



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑΣ

Διευθυντής: Δρ. Χρήστος Χατζηχριστοδούλου

***Διερεύνηση των φυσικών και
περιβαλλοντικών παραγόντων
που επηρεάζουν την υγεία των
ανθρώπων στις θαλάσσιες
ακτές***

Παναγιώτης Παπαστεργίου
Ιατρός

**Διδακτορική διατριβή που υποβλήθηκε στο Ιατρικό Τμήμα
του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας**

Λάρισα 2009

**Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Ιατρικό Τμήμα του
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του
συγγραφέα (Νόμος 5343, άρθρο 202, παράγραφος 2)**

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Επιβλέπων: Δρ. Χρήστος Χατζηχριστοδούλου
(Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Μέλος: Δρ. Αντώνιος Μανιάτης
(Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Μέλος: Δρ. Ανδρέας Τσακάλωφ
(Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

Δρ. Κωνσταντίνος Γουργουλιάνης
(Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Δρ. Πασχάλης Αδάμ Μολυβδάς
(Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Δρ. Ιωάννης Φεζουλίδης
(Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Δρ. Γεώργιος Χατζηγεωργίου
(Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Δρ. Χρήστος Χατζηχριστοδούλου
(Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Δρ. Ανδρέας Τσακάλωφ
(Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Δρ. Σπυρίδων Πουρνάρας
(Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Ευχαριστίες

Η διατριβή αυτή μέσα από τη μακροχρόνια πορεία της υπήρξε μια προσωπική προσπάθεια που χρειάστηκε όμως τη συνεισφορά και τη βοήθεια μια σειράς ανθρώπων. Νιώθοντας ειλικρινά την ανάγκη να τους ευχαριστήσω θεωρώ ότι αυτό το σημείο είναι το πιο κατάλληλο.

Προς το δάσκαλο μου και επιβλέποντα, Αναπληρωτή Καθηγητή Δρ. *Χρήστο Χατζηχριστοδούλου*, θέλω να εκφράσω τη βαθύτατη και ειλικρινέστατη ευγνωμοσύνη καθώς και ένα μεγάλο ευχαριστώ για την καθοδήγηση του, τις συνεχείς και ουσιαστικές υποδείξεις του αλλά προπάντων για το ήθος του, τον ειλικρινή χαρακτήρα του και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε που με παρότρυναν και με ενέπνεαν αδιαλείπτως όλα αυτά τα χρόνια.

Ευχαριστίες θέλω να εκφράσω και προς τα άλλα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον Επίκουρο Καθηγητή Δρ. *Ανδρέα Τσακάλωφ* και τον τακτικό Καθηγητή Δρ. *Αντώνιο Μανιάτη* για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση της μελέτης.

Ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην ηγεσία και τους υπαλλήλους του ΥΠΕΧΩΔΕ για τη διάθεση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων ποιότητας των υδάτων των Ελληνικών ακτών κατά τα έτη 1997-2006.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θέλω να εκφράσω στο προσωπικό του Εργαστηρίου Υγιεινής και Επιδημιολογίας του Ιατρικού τμήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, τους *Μαρία Καρανίκα*, *Δημήτρη Γκαγτζή* και *Φωτεινή Κολοκυθοπούλου* για την πολύτιμη αρωγή τους με την παροχή όλων των απαραίτητων διευκολύνσεων στο εργαστήριο και την παρασκευή των απαραίτητων καλλιεργητικών υλικών για την εκτέλεση του πειραματικού μέρους. Επίσης, ευχαριστώ θερμά τους *Νικόλαο Μπιτσόλα* και *Αντώνη Κατσιούλη* για τη δημιουργία της βάσης καταχώρησης δεδομένων και τη συμβολή τους στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και τους *Ιωάννα Παλαιοχωρίτη* και *Μανώλη Αβραάμ* για τη βοήθεια τους στην καταχώρηση των ερωτηματολογίων στη βάση δεδομένων. Ευχαριστώ επίσης τους *Αφροδίτη Λεοντίση*, *Βαρβάρα Μουχτούρη*, *Αθανάσιο Μπασαγιάννη*, *Φαίη Μπόμπου*, *Σοφία Καραφυλλιά*, *Σταματία Μόκκα*, *Αγγελική Δασκαλοπούλου*, *Ελευθερία Σούκου* και *Βίκη Φιλοκώστα* για την άριστη απόδοση ως συνεντευκτές και ειδικά για την υπομονή και άριστη συμπεριφορά που επέδειξαν στις συνεντεύξεις τους με τους λουόμενους.

Επίσης, ευχαριστώ το μικροβιολόγο Δρ. *Βασίλη Δανιηλίδη* για τις πολύτιμες συμβουλές του και τα σχόλια καθώς και την *Πέρσα Τσερκέζου* για την πολύτιμη βοήθεια της στη φιλολογική επιμέλεια του κειμένου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τη σύζυγο μου, *Ελισάβετ Μαυρίδου*, για την ηθική συμπαράσταση και κατανόηση που επέδειξε όλα αυτά τα χρόνια αλλά και για την έμπρακτη βοήθεια της ως συνεντευκτή και εργαστηριακό βοηθό μου στο πειραματικό μέρος της διατριβής.

*Αφιερώνεται
στους γονείς μου Ιωάννη και Ελένη,
στη σύζυγο μου Ελισάβετ,*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
Ευχαριστίες.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	6
Εισαγωγή και σκοπός της μελέτης	12
Συντομογραφίες.....	15
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Ιστορική αναδρομή.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Επιδημιολογικές μελέτες σε λουόμενους σε ακτές αναψυχής.....	19
Επιδημιολογικές μελέτες στη Μεσόγειο.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Κίνδυνοι για την υγεία των λουομένων στις ακτές αναψυχής.....	26
3.1. Τα ατυχήματα, οι κακώσεις και οι πτώσεις.....	26
3.2. Ο πνιγμός.....	27
3.3. Η ζέστη και το κρύο.....	29
3.4. Η ηλιακή ακτινοβολία.....	30
3.5. Η Κοπρανώδη μόλυνση των υδάτων.....	33
3.6. Άλλοι μικροοργανισμοί των υδάτων.....	35
3.6.1. Δονάκια (<i>Vibrio spp.</i>).....	35
3.6.2. Αερομονάδες (<i>Aeromonas spp.</i>).....	36
3.6.3. Αμοιβάδες.....	36
3.6.4. Λεπτόσπειρες (<i>Leptospira spp.</i>).....	37
3.7. Τα κυανοβακτήρια.....	37
3.8. Οι αλλεργίες.....	39
3.9. Έντομα.....	40
3.10. Ζώα και άλλοι οργανισμοί (θαλάσσιοι & χερσαίοι).....	41
3.10.1. Καρχαρίες.....	41
3.10.2. Barracudas.....	42
3.10.3. Ζαργάνες (Needlefish).....	42
3.10.4. Ηλεκτροφόροι οργανισμοί.....	42
3.10.5. Φώκιες και θαλάσσιοι λέοντες.....	42
3.10.6. Κροκόδειλοι.....	42
3.10.7. Θαλάσσια χέλια και σμέρνες.....	43
3.10.8. Δηλητηριώδη θαλάσσια ασπόνδυλα.....	43
3.10.9. Γατόψαρο.....	43
3.10.10. Σελάχια.....	43
3.10.11. Πετρόψαρο (Stonefish).....	43
3.10.12. Δράκαινα (Weeverfish).....	43
3.10.13. Σκορπίδια.....	44
3.10.14. Surgeonfish.....	44
3.10.14. Θαλάσσια φίδια.....	44
3.10.15. Φίδια.....	44
3.10.16. Σκυλιά.....	45
3.10.17. Άλλα ζώα.....	45

3.11.	Διάφοροι αισθητικοί παράγοντες.....	45
3.12.	Τα χημικά αίτια.....	46
3.13	Οι έμμεσοι παράγοντες (διαμόρφωση περιβάλλοντος και οι καιρικές συνθήκες).....	47
3.14.	Ο συγχρωτισμός πολλών ατόμων στην ακτή.....	48
3.15	Παράγοντες που σχετίζονται με τον λουόμενο (Ανοσιακή κατάσταση).....	48
	Συμπεράσματα.....	49
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Η μικροβιολογία των υδάτων αναψυχής.....	50
4.1	Αρχές επιβίωσης των βακτηριδίων στο υδάτινο περιβάλλον αναψυχής.....	54
4.1.1.	Ηλιακή ακτινοβολία.....	54
4.1.2.	Θερμοκρασία.....	55
4.1.3.	pH.....	55
4.1.4.	Αλμυρότητα (αλατότητα).....	55
4.1.5.	Υδροστατική πίεση.....	55
4.1.6.	Ιστορικό ανάπτυξης και φάση ανάπτυξης του μικροβίου.....	56
4.1.7.	Τροφικό περιβάλλον.....	57
4.1.8.	Αλληλεπίδραση στερεού – Βακτηρίου και της θολερότητας.....	57
4.1.9.	Χημικά.....	57
4.1.10.	Θηρευτές: Τα βακτήρια ως θήραμα (τροφή).....	58
4.1.11.	Βακτηριοφάγοι.....	58
4.1.12.	Η μοριακή διάσταση της επιβίωσης.....	58
4.1.13.	Επίλογος.....	58
4.2.	Αρχές επιβίωσης των ιών στο υδάτινο περιβάλλον αναψυχής... ..	59
4.2.1.	Η θερμοκρασία.....	59
4.2.2.	Ηλιακή ακτινοβολία.....	59
4.2.3.	Βαρέα μέταλλα.....	59
4.2.4.	Αλμυρότητα (αλατότητα).....	60
4.2.5.	Αλληλεπίδραση στερεού – ιών.....	60
4.2.6.	pH, Υδροστατική πίεση, χημικά.....	60
4.2.7.	Διάφοροι μικροοργανισμοί.....	61
4.2.8.	Επίλογος.....	61
4.3.	Αρχές επιβίωσης των πρωτόζωων (παρασίτων) στο υδάτινο περιβάλλον αναψυχής.....	61
4.3.1.	Η θερμοκρασία, το ηλιακό φως και αλμυρότητα.....	62
4.3.2.	Επιβίωση διάφορων πρωτοζώων.....	62
4.3.3.	Επίλογος.....	62
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: Δείκτες μόλυνσης των υδάτων.....	63
5.1.	Παραδοσιακοί μικροβιακοί δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης.....	64
5.1.1.	Τα Ολικά κολοβακτηροειδή (total coliforms).....	64
5.1.2.	Τα Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή ή κολοβακτηροειδή κοπρανώδους προέλευσης (faecal coliforms).....	65
5.1.3.	Το Κολοβακτηρίδιο (<i>E.coli</i>).....	65
5.1.4.	Οι κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι/ Εντερόκοκκοι (Faecal Streptococci/ Enterococci).....	66

5.2. Άλλοι μικροβιακοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης.....	67
5.2.1. Θειοαναγωγικά κλωστηρίδια (Sulphite-reducing clostridia-SRC).....	67
5.2.2 Τα Bifidobacteria.....	68
5.2.3. Οι εντερικοί ιοί.....	68
5.2.4. Οι Βακτηριοφάγοι (φάγοι).....	69
Αναζήτηση παθογόνων ως δείκτες της μικροβιολογικής ποιότητας των υδάτων.....	70
5.3.1. Σαλμονέλλα.....	70
5.3.2. Σιγκέλλα (<i>Shigella</i>).....	70
5.3.3. Καμπυλοβακτηρίδιο (<i>Campylobacter</i>).....	71
5.3.4. Σταφυλόκοκκος χρυσίζων (<i>S.aureus</i>).....	71
5.3.5. Μύκητες.....	72
5.3.6. Κρυπτοσπορίδιο.....	72
5.4. Χημικοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης.....	72
5.4.1. Οι Κοπρανοστατόλες (faecal sterol biomarkers).....	72
5.4.2. Καφεΐνη.....	73
5.5. Επισκοπικοί δείκτες μόλυνσης των υδάτων.....	73
5.6. Αναζητώντας τον ιδανικό δείκτη κοπρανώδους μόλυνσης των υδάτων.....	74
5.7. Επίλογος.....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: Μικροβιολογικές μέθοδοι για την παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων αναψυχής.....	75
6.1. Μεθοδολογία.....	75
6.1.1. Μέθοδος μέτρησης σε τρυβλία (Plate count).....	75
6.1.2. Μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων (Multiple tube method).....	76
6.1.3. Μέθοδος ενσωμάτωσης σε άγαρ (Pour plates).....	78
6.1.4. Μέθοδος διήθησης δια μεμβράνης (Membrane filtration).....	78
6.1.5. Μέθοδοι ταχείας ταυτοποίησης μικροβίων στα ύδατα αναψυχής.....	79
6.2. Ζώντα μικρόβια αλλά μη καλλιεργήσιμα (Viable but not culturable).....	80
6.3. Πρότυπες διαδικασίες απομόνωσης μικροβίων από τα ύδατα.....	81
6.4. Καλλιεργητικά υλικά.....	82
6.5. Επίλογος.....	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: Ελληνική νομοθεσία και Ευρωπαϊκές οδηγίες για τα ύδατα αναψυχής.....	83
7.1. Η οδηγία 76/160/ΕΟΚ και η Υπουργική Απόφαση 46399/1352/86 (ΦΕΚ438/86 τ β').....	83
7.2. Η Ευρωπαϊκή οδηγία 2000/60/ΕΕ.....	85
7.3. Η Ευρωπαϊκή οδηγία 2006/7/ΕΕ.....	86
7.4. Η περιγραφή του εκατοστομοριακού υπολογισμού της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων - Η έννοια του εκατοστημορίου.....	87

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	89
ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1997-2006	90
Η ποιότητα των Ελληνικών θαλάσσιων υδάτων για τα έτη 1997 έως 2006.....	91
Οι δειγματοληψίες των Ελληνικών θαλασσίων υδάτων κολύμβησης Μεθοδολογία της ανάλυσης των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ.....	91
Νέα όρια θετικότητας (cut-off)	92
Ορισμός του θετικού και αρνητικού δείγματος για την στατιστική ανάλυση.....	94
Μεθοδολογία για την παρουσίαση χαρτών GIS των καθαρών και μολυσμένων ακτών.....	94
Αποτελέσματα από την περιγραφική ανάλυση των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ.....	96
Διαχρονική τάση.....	96
Εποχική κατανομή των μικροβιολογικών παραμέτρων.....	97
Αποτελέσματα της μονοπαραγοντικής στατιστικής ανάλυσης (univariate analysis) των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ.....	100
Αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής στατιστικής ανάλυσης (logistic regression analysis) των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ.....	100
Η παρουσίαση χαρτών GIS των καθαρών και μολυσμένων ακτών...	107
Συμπεράσματα και συζήτηση στα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων ποιότητας των Ελληνικών θαλάσσιων υδάτων κολύμβησης.....	112
Συμπεράσματα από την δημιουργία χαρτών GIS με βάση τη μέση τιμή των μικροβιολογικών παραμέτρων.....	134
ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΕΙΡΑΣ ΣΕ ΚΟΛΥΜΒΗΤΕΣ.....	138
Η επιδημιολογική μελέτη σειράς σε κολυμβητές.....	140
Η μεθοδολογία της Επιδημιολογικής μελέτης σειράς στους κολυμβητές και στην ομάδα των μη εκτεθειμένων.....	141
Μέγεθος του δείγματος.....	141
Οι ακτές διεξαγωγής της έρευνας.....	142
Το ερωτηματολόγιο.....	142
Συμπλήρωση και συλλογή των ερωτηματολογίων.....	145
Ορισμός κολυμβητή και μη κολυμβητή.....	146
Ορισμός νοσήματος.....	147
Δειγματοληψίες υδάτων και άμμου.....	147
Το έντυπο δειγματοληψίας υδάτων και άμμου.....	150
Οι δειγματοληψίες των υδάτων.....	150
Οι δειγματοληψίες της άμμου.....	151
Εργαστηριακή ανάλυση υδάτων και άμμου.....	151
Καταχώρηση δεδομένων και στατιστική επεξεργασία.....	151
Εμπιστευτικότητα των προσωπικών δεδομένων.....	153
	154

Αποτελέσματα της Επιδημιολογικής μελέτης σειράς.....	163
Αποτελέσματα των μετρήσεων ποιότητας του νερού και της άμμου..	164
Αποτελέσματα των μικροβιολογικών μετρήσεων στα ύδατα.....	164
Αποτελέσματα των μικροβιολογικών μετρήσεων στην υγρή και στεγνή άμμο.....	168
Αποτελέσματα της Επιδημιολογικής μελέτης σειράς στους κολυμβητές και τους μη εκτεθειμένους.....	169
Τα αποτελέσματα της περιγραφικής ανάλυσης της Επιδημιολογικής μελέτης σειράς.....	169
Αποτελέσματα της μονοπαραγοντικής ανάλυσης για την εκτίμηση κινδύνου ανάμεσα σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους.....	183
Αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης (logistic regression analysis) για την εκτίμηση κινδύνου ανάμεσα σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους.....	185
Αποτελέσματα της μονοπαραγοντικής και της πολυπαραγοντικής ανάλυση των νοσημάτων στην επιδημιολογική μελέτη σειράς.....	191
Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για τη λοίμωξη του αναπνευστικού.....	191
Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για τη γαστρεντερίτιδα.....	192
Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για ωτίτιδα.....	193
Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για την οφθαλμοπάθεια.....	194
Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για την δερματοπάθεια.....	195
Αποτελέσματα της συγκριτικής ανάλυσης της επίπτωσης νοσημάτων σε κολυμβητές σε σχέση με τις παραλίες και τα σημεία δειγματοληψίας.....	196
Συμπεράσματα.....	199
Συμπεράσματα από τις μικροβιολογικές μετρήσεις στα υδάτα των θαλάσσιων ακτών της μελέτης.....	200
Συμπεράσματα από τις μικροβιολογικές μετρήσεις στην άμμο των θαλάσσιων ακτών της μελέτης.....	201
Συμπεράσματα από την Επιδημιολογική μελέτη σειράς.....	202
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	
ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ.....	207
Θεωρητικό Μοντέλο αξιολόγησης των ακτών κολύμβησης.....	208
Συμπεράσματα για το θεωρητικό μοντέλο αξιολόγησης των ακτών των ακτών κολύμβησης.....	211
ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	212
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	215
Summary and conclusions.....	219

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ	222
Analysis of seawater microbiological quality data in Greece from 1997 to 2006: association of risk factors with bacterial indicators.....	223
Health effects on bathers from exposure to recreational seawater in the Mediterranean.....	224
Ορισμοί	226
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	229
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	247
Το ερωτηματολόγιο της Επιδημιολογικής Έρευνας.....	248
Το δελτίο δειγματοληψίας υδάτων και άμμου.....	250
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	252
Standard Method APHA 9222B για την ανίχνευση των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliforms).....	253
Standard Method APHA 9222D για την ανίχνευση των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (faecal coliforms) και των <i>E.coli</i>	254
Μέθοδο διήθησης μεμβρανών (MF) ISO 7899-2:2000 για την ανίχνευση των Εντεροκόκκων (Enterococcae).....	256
Προσαρμοσμένη μέθοδο ISO 6889.1: 1999/ A1: 2004 (μέθοδος aktes/UTH:2008).....	257
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	260
Η σύνθεση του θρεπτικού υποστρώματος m-Endo les.....	261
Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος mFC.....	262
Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος MacConkey agar.....	262
Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Slanetz & Bartley.....	263
Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Bile Esculine Azide Salt Agar.....	264
Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Baird Parker.....	265
Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Manitol Salt Agar (MSA).....	266
Η σύνθεση του θρεπτικού υποστρώματος Nutrient agar.....	267
Η σύνθεση των θρεπτικών ζωμών Lactose Peptone broth, Tryptone water και του αντιδραστηρίου Kovacs'	268
Η σύνθεση του Phosphate Buffer Saline (PBS).....	269

Εισαγωγή και σκοπός της μελέτης

Οι ωκεανοί και οι θάλασσες καλύπτουν το 71% της επιφάνειας της γης ενώ περιέχουν $1,4 \times 10^{21}$ λίτρα ύδατος (97% του νερού της επιφάνειας της γης). Συνεπώς, αποτελούν το μεγαλύτερο οικοσύστημα του πλανήτη μας, περιλαμβάνοντας σχεδόν το 90% της έμβιας μάζας του (Belkin & Colwell, 2005).

Η ανθρώπινη ύπαρξη συνδέεται εδώ και χιλιάδες χρόνια στενά με την θάλασσα. Μικρές κοινότητες ανθρώπων που χτίζονταν πλησίον της ακτής εξελίσσονταν με την πάροδο του χρόνου σε πόλεις προσφέροντας στους κατοίκους δυνατότητες ανεύρεσης τροφής, εμπορίου και μεταφορών. Επιπρόσθετα, πέραν αυτών των παραδοσιακών ρόλων τις τελευταίες δεκαετίες εμφανίστηκε μια νέα χρήση της θάλασσας ως χώρος αναψυχής.

Η χρήση της θάλασσας και των ακτών ως χώρος αναψυχής παρατηρήθηκε ιδιαίτερα μετά τα μέσα του 20^{ου} αιώνα χάρη στην αύξηση του βιοτικού επιπέδου, τη βράχυνση του χρόνου ταξιδιού και την αλματώδη αύξηση των διεθνών ταξιδιών. Η χρήση της θάλασσας και των ακτών της για αναψυχή αφορούσε πλέον πέραν της παραδοσιακής κολύμβησης και τη χρήση ταχυπλών σκαφών, ιστιοφόρων, ιστιοσανίδας, καθώς και καταδύσεις με ολοένα και αυξανόμενη τάση. Εύκολα γίνεται κατανοητό ότι αυτός ο νέος ρόλος των θαλασσών κατέχει σήμερα ένα σημαντικό μερίδιο της νέας παγκόσμιας οικονομίας.

Η Ελλάδα είναι μια χώρα άρρηκτα συνδεδεμένη με τη θάλασσα καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας της. Οι παραλίες της διαδραμάτιζαν και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην Ελληνική οικονομία και το φυσικό περιβάλλον. Η Ελλάδα διαθέτει περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα ακτογραμμών και περίπου 3.000 νησιά (ΕΟΤ). Το 60% πληθυσμού της διαμένει κοντά σε ακτές. Επιπλέον το 70% της βιομηχανίας της βρίσκεται κοντά σε ακτές. Κάθε χρόνο εκατομμύρια ξένοι και Έλληνες τουρίστες επισκέπτονται την Ελλάδα με κύριο προορισμό τις Ελληνικές ακτές και θάλασσες.

Οι κίνδυνοι για την υγεία που διατρέχουν οι λουόμενοι στις θαλάσσιες ακτές κολύμβησης προέρχονται τόσο από αίτια που σχετίζονται με τον άνθρωπο και τη συμπεριφορά του (πνιγμός, ατυχήματα, κακώσεις κ.ά.) όσο και με περιβαλλοντικούς παράγοντες (βακτήρια, ιοί, μύκητες, ρύποι κ.ά.). Η ρύπανση της θάλασσας - με σημαντικότερες πηγές ρύπανσης την αστικοποίηση, τη βιομηχανία και την αγροτική παραγωγή - διαδραματίζει πλέον σημαντικό ρόλο ως κίνδυνος για την υγεία των ανθρώπων.

Η βιβλιογραφία, τις τελευταίες δεκαετίες, αν και ανέδειξε τους σχετικούς κινδύνους που υπάρχουν για την ανθρώπινη υγεία στις ακτές κολύμβησης και γενικά στα ύδατα αναψυχής, δεν κατόρθωσε να διασαφηνίσει πλήρως αλλά και να συσχετίσει ισχυρά και άμεσα τους κινδύνους αυτούς με συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς ή φυσικούς παράγοντες.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, η υπηρεσία προστασίας του περιβάλλοντος των Η.Π.Α. (U.S. Environmental Protection Agency/EPA) και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) τις τελευταίες δεκαετίες έχουν καθιερώσει προδιαγραφές (κυρίως μικροβιολογικά και φυσικοχημικά κριτήρια) που πρέπει να πληρούν τα ύδατα στις ακτές κολύμβησης (Οδηγία 76/160/ΕΟΚ, Οδηγία 2006/7/ΕΚ, ΕΡΑ440/5-84-002). Το 2006 αναθεωρήθηκαν οι κανονισμοί της

Ευρωπαϊκής Ένωσης όσο και οι συστάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) και συστήνονται νέοι αυστηρότεροι κανονισμοί αλλά συγχρόνως πιο απλοί έλεγχοι από τους ήδη υπάρχοντες (Οδηγία 2006/7/ΕΚ).

Οι νομοθεσίες αυτές στο παρελθόν, έχοντας καθιερώσει κάποια όρια και προδιαγραφές πέτυχαν να διατηρούνται οι ακτές καθαρές σε ικανοποιητικό βαθμό, να ευαισθητοποιήσουν το κοινό ως προς τους κινδύνους και να εξασφαλίσουν προσωπικό και ειδικούς ενημερωμένους σε ζητήματα σχετικά με την ασφάλεια των λουομένων. Παραμένει όμως δύσκολο να εκτιμηθεί ποσοτικά η επιτυχία αυτής της προσπάθειας. Ωστόσο εξακολουθεί να υφίσταται η ανάγκη για έλεγχο και ελαχιστοποίηση των αρνητικών για την υγεία παραγόντων που παραμένουν άλλωστε το κύριο μέλημα και στόχος αυτών των κανονισμών. Επιπλέον, οι παρόντες κανονισμοί και νόμοι επικεντρώνονταν στη διαχείριση των υγρών αποβλήτων και απορριμμάτων ως βασική ή μόνη αποτελεσματική μεσολάβηση για τον έλεγχο και την πρόληψη. Το υψηλό κόστος των ελέγχων ποιότητας των υδάτων παραμένει ένας παράγοντας ανασταλτικός για εντατικούς και αξιόπιστους ελέγχους ενώ δεν έχει εκτιμηθεί η παράμετρος κόστος/όφελος της όλης διαδικασίας των ελέγχων που διεξάγονται σήμερα. Μεγάλο μειονέκτημα των ελέγχων εξακολουθεί να είναι το σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 3 ημέρες) που απαιτείται για την έκδοση των τελικών αποτελεσμάτων των εργαστηριακών εξετάσεων των μετρήσεων ποιότητας των υδάτων.

Στα τέλη της δεκαετίας του '40 ξεκίνησαν οι πρώτες επιδημιολογικές μελέτες σε ύδατα αναψυχής που είχαν ως στόχο να προσδιορίσουν τους κινδύνους για την υγεία των λουομένων (Stevenson, 1953). Οι μελέτες αυτές συνεχίστηκαν και τις επόμενες δεκαετίες όμως δεν κατάφεραν να διασαφηνίσουν πλήρως τη συσχέτιση μεταξύ της κολύμβησης και των κινδύνων για την υγεία από αυτή. Γενικά, η ύπαρξη ανόμοιων αποτελεσμάτων σε διάφορες επιδημιολογικές έρευνες και η απουσία σαφούς συσχέτισης μεταξύ κολύμβησης σε μολυσμένα ύδατα και κινδύνου για την υγεία έχει οδηγήσει σε υιοθέτηση διαφορετικών κριτηρίων και επιπέδων ασφαλείας για τα ύδατα αναψυχής στον κόσμο (Kamizoulis & Saliba, 2004). Ο στόχος των ερευνών σήμερα είναι να διασαφηνίσει την ύπαρξη δοσοεξαρτώμενης σχέσης ανάμεσα στην παρουσία των διαφόρων δεικτών μόλυνσης στο νερό και τη νοσηρότητα.

Βασικός στόχος της μελέτης αυτής ήταν να διασαφηνίσει αρχικά ποιες είναι οι παράμετροι της ανθρώπινης υγείας που επηρεάζονται στις ακτές κολύμβησης και στη συνέχεια να εκτιμήσει τους φυσικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που την επηρεάζουν. Επιπρόσθετα στόχος ήταν να εκτιμηθεί στην Ελλάδα ο σχετικός κίνδυνος για την υγεία των κολυμβητών των θαλάσσιων ακτών. Για τους σκοπούς αυτούς, πέραν της βιβλιογραφικής αναζήτησης, διενεργήθηκε το καλοκαίρι του 2008 μεγάλης κλίμακας επιδημιολογική μελέτη σειράς σε 4.293 λουόμενους-κολυμβητές και σε 572 μη εκτεθειμένους (μη κολυμβητές). Παράλληλα με την διενέργεια της επιδημιολογικής μελέτης σειράς διενεργήθηκαν 149 δειγματοληψίες νερού αλλά και 152 δειγματοληψίες άμμου καθώς επιπρόσθετος στόχος ήταν να διερευνηθεί ο ρόλος της άμμου στις παραλίες κολύμβησης. Για τη μικροβιακή ανάλυση του νερού και της άμμου απαιτήθηκαν συνολικά 2.867 καλλιέργειες και ανακαλλιέργειες σε διάφορα στερεά θρεπτικά υλικά (τρυβλία) και 803 επιβεβαιωτικές καλλιέργειες σε θρεπτικούς ζωμούς.

Συμπληρωματικός στόχος της μελέτης ήταν να εκτιμηθεί η ποιότητα των Ελληνικών υδάτων κολύμβησης τα τελευταία έτη, να αναζητηθούν οι

επισκοπικοί παράμετροι που επηρεάζουν την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης και να δημιουργηθεί ένας χάρτης GIS καθαρών και μολυσμένων ακτών κολύμβησης. Αυτά τελικά επιτεύχθηκαν μέσω της επεξεργασίας και της στατιστικής ανάλυσης των καταγραφών, των μετρήσεων ποιότητας των υδάτων των Ελληνικών ακτών, του ΥΠΕΧΩΔΕ κατά τα έτη 1997-2006, που περιελάμβαναν συνολικά 231.205 αποτελέσματα των μετρήσεων ποιότητας των υδάτων αναψυχής.

Τέλος, καταβλήθηκε προσπάθεια να δημιουργηθεί ολοκληρωμένο μοντέλο ταξινόμησης των θαλάσσιων ακτών κολύμβησης με βάση τον κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Αυτό βασίστηκε στα αποτελέσματα της επεξεργασίας και της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων ποιότητας των υδάτων αλλά και το σχετικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία που προέκυψε από την επιδημιολογική μελέτη σειράς.

Συντομογραφίες

APHA	American Public Health Association
CDC	Centers for Disease Control and Prevention (USA)
cfu	Colony-forming unit
CI	Confidence Interval
<i>E.coli</i>	Escherichia coli
ECOL	Escherichia coli
EPA	Environmental Protection Agency
F.coliforms	Faecal coliforms (Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή)
f.Streptococci	faecal Streptococci (Εντερόκοκκοι)
FCOL	Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή
GIS	Geographical Information System
gr	Γραμμάριο
IARC	International Agency for Research on Cancer
ISO	International Standardization Organization
m	Διάμεσος Τιμή
mL	Εκατοστόλιτρο
°C	Βαθμοί της κλίμακας Celsius
OR	Odds Ratio
PBS	Phosphate Buffer Saline
PLE	Polymorphous Light Eruption
RR	Relative Risk
STREP	Κοπρανώδεις Στεπτόκοκκοι (Εντερόκοκκοι)
T.coliforms	Total coliforms (Ολικά κολοβακτηροειδή)
TCOL	Ολικά κολοβακτηροειδή
UNEP	United Nations Environment Programme
WHO	World Health Organization (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας)
ΚΕΠΠΑ	Κέντρου Έρευνας και Πρόληψης Παιδικών Ατυχημάτων
ΤΑ	Τυπική Απόκλιση (Std Dev)
ΥΠΕΧΩΔΕ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Ιστορική αναδρομή

Η παλαιότερη, επισήμως γνωστή, βιβλιογραφική αναφορά επιδημίας που συνδέει νόσο με μικροβιακή μόλυνση του θαλασσινού νερού μπορεί να θεωρηθεί αυτή που ανακοινώθηκε από τον Reece το 1909. Ο Reece περιέγραψε μια επιδημία τυφοειδούς πυρετού στη νότια Αγγλία σε κολυμβητές πισίνας που γέμισε με θαλασσινό νερό. Το νερό αυτό είχε επιμολυνθεί από τα λύματα ενός γειτονικού δημόσιου νοσοκομείου τα οποία κατέληγαν στην θάλασσα. Το 1916, ο Chapin περιγράφει την επιδημία τύφου του 1909 του Reece στο Walmer στην Αγγλία. Όμως, υπάρχουν και παλαιότερα δεδομένα. Ήδη από το 1892 έχει περιγραφεί μια επιδημία εμπύρετης νόσου με ίκτερο σε δέκα στρατιώτες που είχαν κολυμπήσει στον ποταμό Δούναβη (Jaeger, 1892). Το 1922, η επιτροπή των περιοχών κολύμβησης του Αμερικανικού Συνδέσμου Δημόσιας Υγείας (American Public Health Association) αναφέρει μια επιδημία τυφοειδούς πυρετού και φλεγμονών ωτών, ρινός, οφθαλμών, λαιμού σε άρρενες μιας κατασκήνωσης. Η επιδημία αυτή αποδόθηκε στην κολύμβηση τους σε μολυσμένα ύδατα (Jaeger, 1922). Οι Ciampolini και Hitchcock ανέλυσαν 61 περιστατικά τυφοειδούς πυρετού που κατέγραψαν κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών περιόδων των ετών 1921-22 και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η πλειοψηφία αυτών οφείλεται αναμφίβολα στην κολύμβηση στα νερά του λιμένας (Ciampolini, 1923; *Report of the New Haven Health Center, 1923*)

Σημαντικοί σταθμοί στην ιστορία και την επιδημιολογία των υδάτων αναψυχής συνοψίζονται παρακάτω:

- Έτος 1891: Οι ερευνητές Percy και Grace Frankland είχαν την ιδέα να προσδιορίζονται μικροοργανισμοί χαρακτηριστικοί στα λύματα προκειμένου να δίνονται ενδείξεις για επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία υγρά απόβλητα (Hutchinson and Ridgway 1977).
- Έτος 1909: Ο Reece περιγράφει μια επιδημία τυφοειδούς πυρετού στην Αγγλία, σε κολυμβητές που κολύμπησαν σε μολυσμένα θαλασσινά ύδατα.
- Δεκαετία 1940': Δημιουργούνται τα πρώτα κινήματα πολιτών για την προστασία των ακτών από τα λύματα.
- Αρχές δεκαετίας 1950': Δημοσιεύονται από το Stevenson τα αποτελέσματα των πρώτων επιδημιολογικών μελετών σε ύδατα αναψυχής που διενεργήθηκαν στο διάστημα από τα τέλη της δεκαετίας του 1940 έως τις αρχές της δεκαετίας του 1950 από την Υπηρεσία για τη Δημόσια Υγεία των ΗΠΑ (United States Public Health Service).
- Έτος 1951: Ο Scott προτείνει για πρώτη φορά τη χρήση μικροβιολογικών ορίων ποιότητας στα ύδατα αναψυχής (Scott, 1951).
- Έτος 1968: Εκδίδονται από την Εθνική Τεχνική Συμβουλευτική Επιτροπή (National Technical Advisory Committee, NTAC) του Υπουργείου Εσωτερικών (Department of the Interior) των ΗΠΑ τα κριτήρια ποιότητας που πρέπει να πληρούνε τα ύδατα αναψυχής. Τα κριτήρια αυτά είχαν στηριχθεί στα αποτελέσματα του Stevenson.

- Έτος 1976: Εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Οδηγία 76/160/ΕΟΚ για τα ύδατα κολύμβησης.
- Έτη 1982-1983: Διεξάγονται μεγάλες επιδημιολογικές μελέτες σειράς σε λουόμενους στα ύδατα αναψυχής από τον ερευνητή Cabelli.
- Έτος 1986: Εκδίδεται από την Αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (U.S. Environmental Protection Agency) οδηγία για τα μικροβιολογικά κριτήρια ποιότητας που πρέπει να πληρούν τα θαλασσινά και γλυκά ύδατα αναψυχής.
- Έτη 1991-1993: Διεξάγεται στο Ηνωμένο Βασίλειο μια σειρά από τυχαιοποιημένες κλινικές επιδημιολογικές μελέτες (randomized controlled trials) σε θαλάσσια ύδατα αναψυχής.
- Έτος 2000: Εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60/ΕΚ για την ολιστική διαχείριση των υδάτων.
- Έτος 2006: Εκδίδεται η νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία 2006/7/ΕΚ για τα ύδατα κολύμβησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Επιδημιολογικές μελέτες σε λουόμενους σε ύδατα αναψυχής

Στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφονται περίπου 40 επιδημιολογικές μελέτες που σχετίζονται με κολυμβητές σε ύδατα αναψυχής. Ο στόχος αυτών των επιδημιολογικών μελετών ήταν να καταγράψουν τους κίνδυνους για την υγεία των λουομένων, να υπολογίσουν το σχετικό κίνδυνο των κολυμβητών σε σχέση με τους μη κολυμβητές για διάφορα νοσήματα και να υπολογίσουν ποιος είναι ο κίνδυνος για την υγεία των κολυμβητών σε διάφορα επίπεδα μόλυνσης των υδάτων κολύμβησης. Επιπλέον, αναζητούσαν το κατώφλι (όριο) των τιμών για τους διάφορους δείκτες μόλυνσης προκειμένου να διασφαλιστεί η υγεία των λουομένων (Prüss, 1998).

Οι επιδημιολογικές μελέτες ήταν κατά την πλειοψηφία τους μελέτες σειράς, συνήθως προοπτικές (prospective cohort studies) ενώ ελάχιστες από αυτές ήταν αναδρομικές μελέτες σειράς (retrospective cohort studies). Διενεργήθηκαν ελάχιστες μόνο τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές (randomized controlled trials) που όμως απολαμβάνουν μεγάλο επιστημονικό κύρος.

Οι προοπτικές μελέτες σειράς θεωρούνται ιδανικές για την ανεύρεση της συσχέτισης ανάμεσα στους κολυμβητές με διάφορα νοσήματα. Εντούτοις, παρουσιάζουν μειονεκτήματα που δε μπορούν να αγνοηθούν. Τέτοια μειονεκτήματα είναι η πιθανή παρουσία διαφοράς του βαθμού έκθεσης των διαφόρων παραγόντων κινδύνου στους κολυμβητές (συστηματικό λάθος) και η συστηματική απώλεια κολυμβητών κατά την προοπτική παρακολούθηση των συμμετεχόντων (που μειώνει το ποσοστό ανταπόκρισης).

Στις αναδρομικές μελέτες σειράς, μείζον μειονέκτημα είναι η εκτίμηση της βαρύτητας έκθεσης των κολυμβητών στο νερό καθώς και το συστηματικό λάθος ανάκλησης στη μνήμη της κολυμβητικής συμπεριφοράς τους.

Τα προαναφερθέντα μειονέκτημα και οι περιορισμοί των μελετών σειράς οδήγησαν τους ερευνητές να διενεργήσουν μια σειρά από τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές (Randomized controlled trials), που διενεργήθηκαν επί των θαλασσίων υδάτων του Ηνωμένου Βασιλείου. Αυτές οι μελέτες επιδίωκαν να εξαλείψουν μια σειρά από συστηματικά λάθη (bias) που δύσκολα θα μπορούσαν να αποφευχθούν από τις μελέτες σειράς. Αυτό το πέτυχαν κυρίως καθιερώνοντας ένα σαφή και ακριβή ορισμό του κολυμβητή, καθόριζαν την ακριβή χρονική διάρκεια και τον τρόπο έκθεσης των λουομένων στα ύδατα, ενώ επιπρόσθετα διαχώρισαν τις ομάδες των κολυμβητών και μη κολυμβητών κατά τρόπο τυχαίο, προσπαθώντας με αυτόν τον τρόπο να ομογενοποιήσουν κατά το δυνατόν καλύτερο τις ομάδες. Επιπρόσθετα, οι ερευνητές σε αυτές τις μελέτες υπέβαλλαν τους υποψηφίους προ της έκθεσης τους στα ύδατα σε μια κλινική εξέταση προκειμένου να επιβεβαιώσουν ότι ήταν υγιείς. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα των δοκιμών αυτών ήταν ότι μπορούσαν να αναδείξουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την ύπαρξη μια δόσοεξαρτώμενης σχέσης ανάμεσα στη συγκέντρωση διαφόρων βακτηριακών δεικτών μόλυνσης στα θαλασσινά ύδατα και το αποτέλεσμα της κολύμβησης στους κολυμβητές (την νόσο). Στα μειονεκτήματα των κλινικών δοκιμών συγκαταλέγονται το υψηλό οικονομικό

κόστος τους σε σύγκριση με τις μελέτες σειράς, η ανάδειξη σοβαρών ηθικών ζητημάτων, όπως η έκθεση κάποιων κολυμβητών σε μολυσμένα ύδατα που πέραν της ηθικής διάστασης επέτρεπε μόνο τη συμμετοχή ενήλικων υγιών κολυμβητών σε αυτές τις ομάδες. Επιπρόσθετα μειονεκτήματα ήταν η δυσκολία ανεύρεσης ικανοποιητικού αριθμού εθελοντών κολυμβητών και η αδυναμία εύρεσης κολυμβητών από όλες τις ηλικιακές ομάδες, ειδικά παιδιά και ηλικιωμένους. Μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση όλων των τυχαιοποιημένων κλινικών μελετών ανέδειξε ότι στην πραγματικότητα υπήρξαν πολλά περισσότερα προβλήματα λόγω των αποκλίσεων από τα πρωτόκολλα τους που δημιούργησαν επιπρόσθετα συστηματικά λάθη στο σχεδιασμό και την ανάλυση. Όλες οι πηγές των συστηματικών λαθών και η επίδραση τους στον υπολογισμό του σχετικού κινδύνου της νόσησης ανάμεσα στους κολυμβητές και τους μη κολυμβητές αυτών των κλινικών μελετών συνοψίζονται στον *πίνακα 2.1. (IEH, 2000)*.

Πίνακας 2.1. *Συστηματικά λάθη των τυχαιοποιημένων κλινικών δοκιμών (IEH, 2000)*

Συστηματικό λάθος (bias)	Κίνδυνος στους μη κολυμβητές	Κίνδυνος στους κολυμβητές	Σχετικός Κίνδυνος*
Επιλογή μόνο υγιών ενηλίκων στην έρευνα	↓	↓	↓↑
Αυτοδιάγνωση συμπτωμάτων από τους συμμετέχοντες	↑	↑	↑
Χρονικό διάστημα ανάκλησης της μνήμης	↓	↑	↑
Ορισμός της γαστρεντερίτιδας	↑	↑	-
Μέθοδος διαλογής κολυμβητών και μη κολυμβητών	↓	↑	↑
Μεθοδολογία της στατιστικής ανάλυσης	-	-	↑
Χρονική διάρκεια της ανταπόκρισης για εμφάνιση νόσου	↑	↑	↓
Χρονική επιλογή της έκθεσης και της συνέντευξης	↓	↑	↑

*Σχετικός κίνδυνος κολυμβητών σε σχέση με τους μη κολυμβητές

↑: Υπερεκτίμηση του κινδύνου, ↓: Υποεκτίμηση του κινδύνου

Στις περισσότερες επιδημιολογικές μελέτες που διεξήχθησαν προσδιορίστηκαν, έπειτα από δειγματοληψίες υδάτων, οι συγκεντρώσεις των μικροβιακών δεικτών (bacterial indicators) της κοπρανώδους μόλυνσης των υδάτων. Οι μικροβιακοί αυτοί δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης που μετρήθηκαν στο νερό ήταν συνήθως τα κολοβακτηροειδή (ολικά, θερμοανθεκτικά και *E.coli*) και οι κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι (Εντερόκοκκοι). Αυτοί οι βακτηριακοί δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης χρησιμοποιήθηκαν για να περιγράψουν την ποιότητα των υδάτων αναψυχής και παράλληλα συσχετίστηκαν με τις επιπτώσεις στην υγεία των κολυμβητών. Τα βακτήρια αυτά αν και δεν είναι απαραίτητα τα παθογόνα μικροβιακά αίτια από τα οποία μπορεί να νοσήσουν οι κολυμβητές, εντούτοις έχει επιβεβαιωθεί ότι στο νερό έχουν παρόμοια συμπεριφορά με τα παθογόνα (Prüss, 1998).

Οι πρώτες επιδημιολογικές μελέτες ξεκίνησαν όπως προαναφέρθηκε στις ΗΠΑ ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1940' και τις αρχές της δεκαετίας του 1950 από την Υπηρεσία για τη Δημόσια Υγεία των ΗΠΑ (United States Public Health Service). Αυτές έγιναν σε λουόμενους τόσο γλυκών όσο και θαλασσινών υδάτων αναψυχής και τα αποτελέσματά τους δημοσιεύτηκαν το 1953. Αυτές ανέδειξαν μια αυξημένη συχνότητα νόσησης στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές (Stevenson, 1953).

Η πλειοψηφία των επιδημιολογικών μελετών κατέληξε ότι η πιο συχνή κλινική εκδήλωση ή νόσος που σχετιζόταν με την κολύμβηση ήταν η γαστρεντερίτιδα και μάλιστα μια γαστρεντερίτιδα ήπιας μορφής, μικρής διάρκειας και αυτοπεριοριζόμενη που συνήθως διαφεύγει από τα συνηθισμένα συστήματα καταγραφής των νόσων. Το εύρημα αυτό έχει επιβεβαιωθεί επανειλημμένα στις επιδημιολογικές μελέτες. Επιπλέον έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη μιας δοσοεξαρτώμενης σχέσης ανάμεσα στη συγκέντρωση των δεικτών μόλυνσης και της γαστρεντερίτιδας. Επιπρόσθετα, η μόλυνση των ανθρώπων στα ύδατα αναψυχής από παθογόνα μικρόβια που προκαλούν γαστρεντερίτιδα είναι δυνατή από βιολογικής πλευράς και επιπλέον ισχυροποιείται επιστημονικά από τη διαπίστωση ότι γίνεται με μηχανισμούς ανάλογους της μετάδοσης των υδατογενών νοσημάτων (Prüss, 1998).

Σημαντική συσχέτιση με την κολύμβηση βρέθηκε επίσης σε πολλές μελέτες με την οξεία εμπύρετο λοίμωξη του αναπνευστικού (Acute Febrile Respiratory illness, AFRI) ενώ συσχετίσεις με την κολύμβηση, αν και σε μικρότερο βαθμό, παρατηρήθηκαν για την ωτίτιδα, τα νοσήματα των οφθαλμών και του δέρματος (Fleisher et al., 1996).

Επιπρόσθετα, οι επιδημιολογικές έρευνες κατέληξαν σε μια σειρά από ευρήματα που συνοψίζονται παρακάτω:

- Η παρατεταμένη διάρκεια έκθεσης στο νερό και τον ήλιο αυξάνει την πιθανότητα λοίμωξης (Halliday & Norval, 1997; Duthie et al., 1999).
- Περισσότερες λοιμώξεις παρατηρούνται στους αθλητές θαλάσσιων αθλημάτων σε σχέση με τους υπόλοιπους κολυμβητές (Medema et al., 1995).
- Οι περισσότερες λοιμώξεις παρατηρούνται όταν η άθληση γίνεται σε ύδατα με έντονο κυματισμό ή ισχυρό άνεμο (van Asperen 1998; Dwight et al. 2004).
- Η εμβάπτιση της κεφαλής στο νερό (βουτιές) αυξάνει την πιθανότητα εκδήλωσης λοίμωξης στους κολυμβητές (Philipp et al. 1991).

- Οι κάτοικοι πλησίον των ακτών (ντόπιοι) είναι λιγότερο ευάλωτοι στις θαλασσογενείς γαστρεντερίτιδες από ό,τι οι επισκέπτες (*El Sharkawi, F. and Hassan, 1982*)
- Τα παιδιά ηλικίας 0-4 ετών εμφανίζουν αυξημένο αριθμό λοιμώξεων στο εντερικό σύστημα σε σχέση με τους ενήλικες (*Cabelli 1983; Fattal et al. 1987; UNEP/WHO 1991; Pike 1994*)•
- Γενικά, η επίπτωση των νοσημάτων εξαρτάται από την ηλικία των κολυμβητών (*Cabelli 1983; Fattal et al. 1987; UNEP/WHO 1991; Pike 1994*)•
- Ο συγχρωτισμός πολλών παραθεριστών σε μια παραλία αυξάνει τη νοσηρότητα (*Calderon et al., 1991; Hunter 1998*)•
- Λίγες μελέτες έδειξαν συσχέτιση μεταξύ της κολύμβησης και νοσημάτων των ωτών, ματιών και δέρματος (*Fleisher et al. 1996*)•

Επιπλέον από το σύνολο των χρησιμοποιούμενων μικροβιακών δεικτών της κοπρανώδους μόλυνσης του νερού αυτοί που συσχετίζονταν καλύτερα με τον κίνδυνο για την υγεία των λουομένων ήταν οι κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι/Εντερόκοκκοι. Ακόμη οι μελέτες έδειξαν πως το πιο κατάλληλο βάθος δειγματοληψίας ύδατος για τη μέτρηση του μικροβιακού δείκτη μόλυνσης ήταν το σημείο που αντιστοιχούσε στο ύψος του στήθους (περίπου 1,2-1,5 μέτρα).

Στον πίνακα 2.2 συνοψίζονται με χρονολογική σειρά οι σημαντικότερες επιδημιολογικές μελέτες που διενεργήθηκαν σε ύδατα αναψυχής.

Επιδημιολογικές μελέτες στη Μεσόγειο

Η πρώτη καταγεγραμμένη επιδημιολογική έρευνα στην Μεσόγειο σχετικά με την ποιότητα των υδάτων αναψυχής και τις επιπτώσεις στην υγεία πραγματοποιήθηκε το 1976 στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου. Πρόκειται για μια αναδρομική μελέτη σειράς σε ασθενείς του νοσοκομείου των μεταδοτικών νοσημάτων της Αλεξάνδρειας και αφορούσε τη σύγκριση του κινδύνου για τυφοειδή πυρετό μεταξύ κολυμβητών που κολυμπούσαν σε μολυσμένες και καθαρές ακτές (*El-Sharkawi και Hassan, 1982*). Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικό μεγαλύτερο κίνδυνο να νοσήσει κανείς από τύφο όταν κολυμπούσε σε μολυσμένα ύδατα αναψυχής. Η μεγαλύτερη επίπτωση παρατηρήθηκε στην ηλικιακή ομάδα των 10-19 ετών. Τα ευρήματα έδειξαν ισχυρή σύνδεση μεταξύ συμπτωμάτων από το γαστρεντερικό και της συγκέντρωσης *Εντερόκοκκων* και *κολοβακτηριδίων*. Η συσχέτιση αυτή φάνηκε καλύτερα έπειτα από μια μεγαλύτερη μελέτη που ακολούθησε και χρηματοδοτήθηκε από την Υπηρεσία Προστασία Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (*Shuval, 1986*). Οι σημαντικότερες αδυναμίες της έρευνας ήταν ότι δε συμπεριέλαβε στο πρωτόκολλο της έρευνας ανοσολογικές δοκιμασίες του τοπικού πληθυσμού για να εκτιμήσει τον επιπολασμό του τυφοειδούς πυρετού στον πληθυσμό και ότι στη μελέτη συμμετείχαν τόσο κάτοικοι της Αλεξάνδρειας όσο και επισκέπτες-τουρίστες από το Κάιρο. Μεταγενέστερα αποδείχθηκε ότι οι τελευταίοι είχαν χαμηλότερα επίπεδα ανοσίας για τα νοσήματα που ενδημούσαν στην Αλεξάνδρεια (*Cabelli, 1983; Shuval, 1986*).

Στο Ισραήλ διεξάχθηκαν δυο μελέτες. Η πρώτη έγινε το 1983 σε τρεις παραλίες του Tel Aviv που είχαν διαφορετικού βαθμού μόλυνση. Συμμετείχαν συνολικά 2.231 κολυμβητές και μη κολυμβητές και οι μικροβιακοί δείκτες που μετρήθηκαν για τα ύδατα ήταν: θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή, *Εντερόκοκκοι*, *E.coli*, *S.aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*. Το κύριο εύρημα της έρευνας ήταν μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των γαστρεντερικών νοσημάτων σε κολυμβητές παιδιά ηλικίας 0-4 ετών σε ύδατα με υψηλή συγκέντρωση Εντεροκόκκων ή *E.coli*. (Fattal and Shuval, 1988).

Η δεύτερη μελέτη στο Ισραήλ έγινε σε τέσσερις παραλίες και στόχος της μελέτης ήταν η διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στη νοσηρότητα από την κολύμβηση και την ποιότητα του ύδατος που εκφραζόταν μέσω της μέτρησης της συγκέντρωσης ορισμένων μικροβιακών δεικτών στα ύδατα. Η μελέτη επικεντρώθηκε κυρίως στην εμφάνιση της γαστρεντερίτιδας. Συμμετείχαν συνολικά 784 άτομα εκ των οποίων το 23% ήταν ηλικίας 0-4 ετών. Συνολικά ελήφθησαν 42 δείγματα θαλασσινού νερού και μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης οι οποίες και διέφεραν στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στις καθαρές και τις μολυσμένες παραλίες της μελέτης. Δε διαπιστώθηκε όμως στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δυο κατηγορίες παραλίων για νοσηρότητα σχετικά με το γαστρεντερικό για καμία ηλικιακή ομάδα. Η έρευνα κατέληξε στα εξής συμπεράσματα: α) οι κολυμβητές από μόνοι τους μπορούν να αποτελούν πηγή νοσηρότητας στις θαλάσσιες παραλίες με συνθήκες βαριάς χρήσης (συγχρωτισμού) της παραλίας και χαμηλού ρυθμού ανανέωσης του νερού και β) ότι στις παραλίες με χαμηλό ρυθμό ανανέωσης των υδάτων πρέπει οι προδιαγραφές για τα όρια των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης να είναι αυστηρότερα (χαμηλότερα) [Fattal and Shuval, 1988].

Στην Ισπανία, έχουν καταγραφεί τρεις μελέτες. Η πρώτη (Mujeriego et al., 1982) αφορούσε μια αναδρομική μελέτη σειράς μεγάλης κλίμακας με συμμετοχή 20.000 ατόμων από διάφορες παραλίες στη Malaga και Tarragona. Μεγαλύτερη νοσηρότητα (morbidity) παρατηρήθηκε στα δερματολογικά νοσήματα (2%) ακολουθούμενη από λοιμώξεις των ώτων και των οφθαλμών (1,5% περίπου αμφότερες) που αργότερα συσχετίστηκαν από τους συγγραφείς με τη βύθιση της κεφαλής στο θαλασσινό νερό. Η χρήση των κοπρανωδών Στρεπτόκοκκων (Εντερόκοκκων) ως μικροβιακού δείκτη μόλυνσης έδιναν καλύτερη συσχέτιση με τη νοσηρότητα σε σχέση με τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή (faecal coliforms).

Η δεύτερη Ισπανική μελέτη (Marino et al., 1982) που πραγματοποιήθηκε σε παραλίες της Μεσογείου και του Ατλαντικού, ήταν παρόμοιας σχεδίασης με την προηγούμενη και διαπιστώθηκε μεγαλύτερη νοσηρότητα στα νοσήματα των ώτων, των οφθαλμών και του δέρματος. Η καλύτερη συσχέτιση με νοσηρότητα παρατηρήθηκε με μικροβιακό δείκτη τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή.

Η τρίτη μελέτη (Borrego et al., 1999) έγινε σε δυο παραλίες της Malaga, όπου συμμετείχαν συνολικά 1.447 άτομα. Η ποιότητα του θαλασσινού ύδατος καθορίστηκε με βάση τις μετρήσεις των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliforms), θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (faecal coliforms), κοπρανωδών Στρεπτόκοκκων (Εντεροκόκκων), *P.aeruginosa*, *S.aureus*, *Aeromonas hydrophila*, *Δονάκια* (*Vibrios* spp.), *Candida albicans*. Η επίπτωση των συμπτωμάτων από το γαστρεντερικό ήταν αυξημένη στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές μόνο στην πιο ρυπαρή παραλία. Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην παρουσία δερματολογικών

και αναπνευστικών συμπτωμάτων μεταξύ κολυμβητών και μη κολυμβητών ασχέτως με την παρατηρούμενη συγκέντρωση των μικροβιακών δεικτών στο θαλασσινό νερό. Η παρουσία μυκήτων δε διέφερε στην άμμο των δυο παραλίων (καθαρή και σχετικά μολυσμένη) ούτε διαπιστώθηκε συσχέτιση με κάποιο νόσημα. Το σημαντικότερο μειονέκτημα αυτής της μελέτης ήταν το γεγονός ότι στα 1.447 άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα αυτή μόλις το 4,6% ήταν μη κολυμβητές και κατά επέκταση η ομάδα ελέγχου ήταν πάρα πολύ μικρή.

Στη Γαλλία ανάμεσα στις διάφορες μελέτες ξεχωρίζει μια συγχρονική μελέτη σε πέντε μεσογειακές παραλίες (*Foulon et al., 1983*). Στη μελέτη συμμετείχαν 5.000 άτομα στη διαδικασία της συνέντευξης στην παραλία. Εντούτοις, η μελέτη ολοκληρώθηκε μόλις σε 1.500 άτομα. Η ποιότητα ύδατος των ακτών εκτιμήθηκε με μετρήσεις της συγκέντρωσης των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliforms), faecal Streptococci (Εντερόκοκκων), θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (faecal coliforms). Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους κολυμβητές και τους μη κολυμβητές για νοσηρότητα από δερματικές λοιμώξεις. Επίσης, διαφορές διαπιστώθηκαν μεταξύ κολυμβητών που βύθιζαν το κεφάλι στο νερό και αυτών που το αποφεύγανε λόγω κοιλιακής δυσφορίας, ναυτίας και κνησμού. Παρόλα αυτά, δε διαπιστώθηκε συσχέτιση μεταξύ νοσηρότητας και ποιότητας ύδατος.

Σε 15 παραλίες της Δυτικής Τουρκίας πραγματοποιήθηκε μελέτη με συμμετοχή μόνο ξένων τουριστών. Η μελέτη σκόπευε να αναδείξει τη συσχέτιση της συγκέντρωσης των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliforms) στα ύδατα των παραλίων με τα συμπτώματα που δηλώθηκαν. Από τα 3.407 έγκυρα ερωτηματολόγια που επιστράφηκαν τα 3.240 (94%) ήταν από κολυμβητές. Η επίπτωση της γαστρεντερίτιδας στους κολυμβητές κυμαινόταν από 7,2% στις καθαρές παραλίες και έφτανε στο 9,5% στις σχετικά πιο ρυπαρές. Οι αντίστοιχοι δείκτες στους μη κολυμβητές ήταν 2,9% και 3,1%. Το ποσοστό των παιδιών κάτω των 12 ετών που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν 66% και 71%, αντίστοιχα (*Kocasoy, 1989*).

Στην Ιταλία, σε τρεις παραλίες του Παλέρμο οι ακτές ταξινομήθηκαν σε καθαρές και ρυπαρές με βάση τις μετρήσεις των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης στα ύδατα (ολικά κολοβακτηροειδή, θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή, κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι, *S.aureus*, *Candida albicans*). Τα επίπεδα των Ψευδομονάδων και των Δονακίων (*Vibrio spp*) δε διέφεραν ανάμεσα στις παραλίες. Συνολικά 581 άτομα συμμετείχαν εκ των οποίων τα 372 (64%) ήταν κολυμβητές. Η επίπτωση για τα συμπτώματα από γαστρεντερικό ήταν υψηλότερη στους λουόμενους στις μολυσμένες ακτές. Δε διαπιστώθηκε στους κολυμβητές στατιστικά σημαντική διαφορά για άλλα συμπτώματα (π.χ από το αναπνευστικό) [*Torregrossa et al., 1984*].

Πίνακας 2.2. Οι σημαντικότερες δημοσιευμένες επιδημιολογικές μελέτες σε ύδατα αναψυχής

Πρώτος συγγραφέας	Έτος	Χώρα διεξαγωγής	Είδος νερού	Μέγεθος δείγματος	Είδος επιδημιολογικής μελέτης
Stevenson	1953	ΗΠΑ	Γλυκό	5.124	Προοπτική σειράς
Mujeriego et al.	1982	Ισπανία	Θαλασσινό	-	Αναδρομική σειράς
Cabelli	1982	ΗΠΑ	Αμφότερα	26.686	Προοπτική σειράς
Cabelli	1983	Αίγυπτος	Θαλασσινό	23.080	Προοπτική σειράς
Foulon et al.	1983	Γαλλία	Θαλασσινό	4.921	Συγχρονική μελέτη
Dufour	1984	ΗΠΑ	Γλυκό	21.777	Προοπτική σειράς
Philipp et al.	1985	HB	Θαλασσινό	247	Προοπτική σειράς
Seyfried et al.	1985	Καναδάς	Γλυκό	3.967	Προοπτική σειράς
Fattal et al.	1986	Ισραήλ	Θαλασσινό	2.231	Προοπτική σειράς
Lightfoot	1989	Καναδάς	Γλυκό	9.296	Προοπτική σειράς
Ferley et al.	1989	Γαλλία	Γλυκό	5.737	Αναδρομική σειράς
Cheung et al.	1990	Hong Kong	Θαλασσινό	18.741	Προοπτική σειράς
Alexander et al.	1992	HB	Θαλασσινό	703	Προοπτική σειράς
Calderon et al.	1991	ΗΠΑ	Γλυκό	144	Προοπτική σειράς
UNEP/WHO N53	1991	Ισπανία	Θαλασσινό	-	Προοπτική σειράς
UNEP/WHO N46	1991	Ισραήλ	Θαλασσινό	-	Προοπτική σειράς
Jones et al.	1991	HB	Θαλασσινό	-	Τυχ. κλιν. δοκιμή
von Schirnding et al.	1992	N. Αφρική	Θαλασσινό	733	Προοπτική σειράς
Fewtrell et al.	1992	HB	Γλυκό	516	Συμβάν
Pike	1994	HB	Θαλασσινό	16.569	Προοπτική σειράς
Corbett et al.	1993	Αυστραλία	Θαλασσινό	2.968	Προοπτική σειράς
Fleisher et al.	1993	HB	Θαλασσινό	509	Τυχ. κλιν. δοκιμή
Kay et al.	1994	HB	Θαλασσινό	1.306	Τυχ. κλιν. δοκιμή
Medema et al.	1995	Ολλανδία	Γλυκό	395	Συμβάν
Marino et al.	1995	Ισπανία	Θαλασσινό	2.249	Προοπτική σειράς
Medical Res. Council	1995	N. Αφρική	Θαλασσινό	-	Προοπτική σειράς
Kueh et al.	1995	Hong Kong	Θαλασσινό	18.122	Προοπτική σειράς
Bandaranayake et al.	1995	N. Ζηλανδία	Θαλασσινό	-	Προοπτική σειράς
van Dijk et al.	1996	HB	Θαλασσινό	-	Προοπτική σειράς
Haile et al.	1996	ΗΠΑ	Θαλασσινό	-	Προοπτική σειράς
Fleisher et al.	1996	HB	Θαλασσινό	-	Τυχ. κλιν. δοκιμή
Lee et al.	1997	HB	Γλυκό	473	Συμβάν
McBride et al.	1998	N. Ζηλανδία	Θαλασσινό	3.887	Προοπτική σειράς
van Asperen et al.	1998	Ολλανδία	Θαλασσινό	1.600	Συμβάν
Haile et al.	1999	ΗΠΑ	Θαλασσινό	11.686	Προοπτική σειράς
Prieto et al.	2001	Ισπανία	Θαλασσινό	1.858	Προοπτική σειράς
“Epi bath”	2007	Ισπανία	Θαλασσινό	-	Τυχ. κλιν. δοκιμή
	2007	Ουγγαρία	Γλυκό	-	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Κίνδυνοι για την υγεία των λουομένων στις ακτές αναψυχής

Η παρουσία των λουομένων στις ακτές αναψυχής συνεπάγεται μια σειρά από κινδύνους για την υγείας τους. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφοροι κίνδυνοι για την υγεία των λουομένων στις ακτές αναψυχής. Οι κίνδυνοι αυτοί καλύπτουν μια μεγάλη ποικιλία νοσημάτων ή συμπτωμάτων, με ένα επίσης μεγάλο εύρος βαρύτητας.

Οι παράγοντες που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία επηρεάζουν την υγεία των ανθρώπων σε θαλάσσιες ακτές αναψυχής συνοψίζονται στον *Πίνακα 3.1* που ακολουθεί. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των κινδύνων αυτών.

Πίνακας 3.1. *Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι για την υγεία των λουομένων στις ακτές αναψυχής*

1. Τα ατυχήματα, οι κακώσεις και οι πτώσεις
2. Ο πνιγμός
3. Η ζέστη και το κρύο
4. Η ηλιακή ακτινοβολία
5. Η κοπρανώδης μόλυνση των υδάτων
6. Η παρουσία μικροοργανισμών μη κοπρανώδους προέλευσης στα ύδατα
7. Η παρουσία των κυανοβακτηρίων στα ύδατα
8. Οι αλλεργίες
9. Τα έντομα
10. Η παρουσία ζώων και άλλων οργανισμών (θαλάσσιων και χερσαίων)
11. Διάφοροι αισθητικοί παράγοντες
12. Τα χημικά αίτια
13. Οι έμμεσοι παράγοντες (διαμόρφωση περιβάλλοντος και μικροκλίμα)
14. Ο συγχρωτισμός πολλών ανθρώπων στην ακτή
15. Παράγοντες που σχετίζονται με το λουόμενο (Ανοσιακή κατάσταση)

3.1. Τα ατυχήματα, οι κακώσεις και οι πτώσεις

Οι τραυματισμοί του δέρματος από νύσσοντα και τέμνοντα αντικείμενα είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται συχνά στους θαλάσσιους χώρους αναψυχής (WHO, 2003). Οι τραυματισμοί οφείλονται συνήθως σε αντικείμενα όπως σπασμένα γυάλινα αντικείμενα (μπουκάλια, ποτήρια), μεταλλικά αντικείμενα (κονσέρβες) και σπανιότερα σε σύριγγες ή βελόνες. Αυτά καταλήγουν στην παραλία μετά τη συνήθη ανθρώπινη δραστηριότητα ή από αμέλεια (Philipp et

al., 1995). Σπανιότερα αίτια ενός τραυματισμού είναι τα σπασμένα κοχύλια, όστρακα ή αιχμηροί βράχοι. Σε όλες τις περιπτώσεις ενδέχεται να υπάρξει επιμόλυνση της πληγής από *Δονάκια (Vibrios)* ή *Αερομονάδες (Aeromonas spp.)* ή άλλα μικρόβια και που επιπλέκουν τον τραυματισμό. Το συνηθέστερο σημείο τραυματισμού αποτελούν τα κάτω άκρα καθώς το περπάτημα χωρίς τη χρήση υποδημάτων στην παραλία αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα κινδύνου για αυτούς τους τραυματισμούς (WHO, 2003).

Η κατάδυση σε ύδατα ρηχά ή με εμπόδια αποτελεί τον πρωταρχικό παράγοντα κινδύνου για κακώσεις της κεφαλής (εκδορές, εγκεφαλικές βλάβες) και της σπονδυλικής στήλης (Blanksby *et al.*, 1997; Watson *et al.*, 2001). Το 20% των περιπτώσεων τετραπληγίας στην Αυστραλία οφείλονται σε ατυχήματα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια των καταδύσεων (Hill, 1984). Σε άλλη μελέτη διαπιστώθηκε ότι από ένα σύνολο 2.587 καταγεγραμμένων κακώσεων της σπονδυλικής στήλης, οι 139 εξ αυτών σχετίζονταν με αθλητικές δραστηριότητες σε ύδατα αναψυχής, από τις οποίες χαρακτηριστικά το 69% οφείλονταν σε καταδύσεις (Steinbruck & Paeslack, 1980). Σε μια πολυκεντρική διακρατική, συγκριτική μελέτη διαπιστώθηκε ότι ποσοστό 3,8-14% των τραυματικών κακώσεων της σπονδυλικής στήλης οφείλονταν σε ατυχήματα κατά τη διάρκεια των καταδύσεων (Minaire *et al.*, 1979). Οι περιπτώσεις αυτές αφορούσαν στην πλειοψηφία νεαρούς άρρενες ηλικίας κάτω των 25 ετών (Blanksby *et al.*, 1997). Επιπρόσθετοι ενισχυτικοί παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν σε κακώσεις της κεφαλής και της σπονδυλικής στήλης είναι η χαμηλή ορατότητα στο νερό (λ.χ. λόγω θολερότητας, χρώσης των υδάτων, έντονου κυματισμού) και η από κοινού χρήση της ακτής για κολύμβηση και αθλητικές δραστηριότητες. Το οικονομικό και κοινωνικό κόστος των κακώσεων αυτών είναι πολύ υψηλό λόγω της φύσης και της σοβαρότητας τους.

Οι κακώσεις της μύτης ή της κάτω γνάθου, κατάγματα ή εξάρθρωσεις διάφορων τύπων έχουν συσχετιστεί με ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων στα ύδατα αναψυχής. Συνηθέστερα πρόκειται για περιστατικά που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια εισόδου ή εξόδου στα ύδατα, έπειτα από χρήση αναβατήρων, σκάλας, προβλήτας κατά τη διάρκεια της κατάδυσης, της υποβρύχιας κολύμβησης αλλά και κατά τη διάρκεια των συνηθισμένων αθλητικών δραστηριοτήτων στην άμμο της παραλίας (WHO, 2003). Επιπλέον, έχουν περιγραφεί περιπτώσεις κακώσεων συνοδευόμενες από ακρωτηριασμούς μελών, συχνά με μεγάλη απώλεια αίματος, εξαιτίας ατυχημάτων από προωθητικές έλικες σκαφών (CDC, 2002).

3.2. Ο πνιγμός

Ο πνιγμός αποτελεί παγκοσμίως μια σημαντική αιτία θανάτου που σχετίζεται άμεσα με τα ύδατα αναψυχής.

Ως πνιγμός, ορίζεται ο θάνατος που προκαλείται από βλάβη της αναπνευστικής λειτουργίας σαν αποτέλεσμα της εμβύθισης σε υγρό (WHO, 2003). Υπολογίζεται ότι κατά το έτος 2000, 449.000 άνθρωποι παγκοσμίως έχασαν την ζωή τους εξαιτίας του πνιγμού. Η πλειοψηφία των πνιγμών αυτών (97%) έγιναν σε χώρες μεσαίου ή χαμηλού εισοδήματος (Peden & McGee, 2003, WHO, 2003).

Όμως, ο θάνατος δεν αποτελεί τη μόνη έκβαση ενός πνιγμού. Ο παρ' ολίγον πνιγμός αποτελεί ένα επίσης σημαντικό πρόβλημα. Μελέτες έχουν δείξει ότι για κάθε 10 παιδιά που πεθαίνουν εξαιτίας πνιγμού υπάρχουν τουλάχιστον άλλα 140 παιδιά που αντιμετωπίζονται επιτυχώς με επείγουσα ανάνηψη και 36 που προσκομίζονται σε νοσοκομείο εξαιτίας ενός παρ' ολίγον πνιγμού (*Wintermute et al.*, 1988). Σε μελέτη στην Ολλανδία διαπιστώθηκε ότι πέραν των 300 θανατηφόρων πνιγμών που παρατηρούνται ετησίως υπήρχαν άλλα 450 περιστατικά παρ' ολίγον πνιγμού που επιβίωσαν, εκ των οποίων, τα 390 χρειάστηκαν στην συνέχεια περισσότερες της μιας επίσκεψης στο νοσοκομείο για παροχή ιατρική φροντίδας (*Bierens*, 1996; *Branche & Beeck*, 2003).

Η διεθνής βιβλιογραφία αναφέρει διάφορους ενισχυτικούς παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον πνιγμό. Το φύλο διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο καθώς οι πνιγμοί και οι παρ' ολίγον πνιγμοί παρατηρούνται σε μεγαλύτερη συχνότητα στους άρρενες σε σχέση με τις θήλεις (*Peden & McGee*, 2003). Η παρατεταμένη έκθεση στο υδάτινο περιβάλλον για επαγγελματικούς λόγους ή για λόγους αναψυχής αυξάνει από μόνη της ως ανεξάρτητος παράγοντας τον κίνδυνο του πνιγμού (*WHO*, 2003).

Η κατανάλωση αλκοόλ οδηγεί σε μειωμένη ικανότητα αντίληψης, ανταπόκρισης και εσφαλμένη κρίση (*Dietz & Baker*, 1974; *Mackie*, 1978; *Plueckhahn*, 1979, 1984; *Nichter & Everett*, 1989; *Quan et al.*, 1989; *Howland et al.*, 1996). Επιπλέον αποτελεί σε πολλές χώρες τον κυριότερο προδιαθετικό παράγοντα για πνιγμό στους εφήβους και τους νεαρούς ενήλικες (*Howland & Hingson*, 1988; *Levin et al.*, 1993; *Petridou*, 2003).

Ο υπεραερισμός που προηγείται μιας ελεύθερης κατάδυσης έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο πνιγμού (λόγω της ελάττωσης του CO₂ στο αίμα που προκαλεί και οδηγεί σε απώλεια συνείδησης) ειδικά σε υγιείς και έμπειρους κολυμβητές άνδρες (*Craig*, 1976; *Spyker*, 1985).

Η ύπαρξη μιας συστηματικής νόσου (*Greensher*, 1984; *CDC*, 1986; *Patetta & Biddinger*, 1988; *Quan et al.*, 1989), η κολύμβηση σε βαθιά και θολά ύδατα (*Quan et al.*, 1989), η απόπειρα διάσωσης (*Patetta & Biddinger*, 1988) και ο υψηλός κυματισμός αποτελούν επίσης σημαντικούς παράγοντες που σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο πνιγμού.

Οι πνιγμοί σε υδάτινο περιβάλλον αποτελούν σε Ευρωπαϊκό επίπεδο τη δεύτερη αιτία θανάτου από ατυχήματα σε παιδιά. Στη χώρα μας κάθε χρόνο καταγράφονται περίπου 300 πνιγμοί εκ των οποίων οι 35 αφορούν παιδιά. Την εικοσαετία 1980-1999 η ΕΣΥΕ (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία) κατέγραψε συνολικά 5.704 ακούσιους πνιγμούς κυρίως σε ενήλικες άνω των 20 ετών (88%). Τα ατυχήματα αυτά διαδραματίζονται κυρίως στη θάλασσα και δευτερευόντως στις πισίνες (*Farmakis et al.* 2005)

Σύμφωνα με δεδομένα του Κέντρου Έρευνας και Πρόληψης Παιδικών Ατυχημάτων (ΚΕΠΠΑ), το οποίο συγκεντρώνει ατυχήματα από τα εξωτερικά ιατρεία τεσσάρων νοσοκομείων της χώρας μας, κατά την εξαετία 1996-2001 καταγράφηκαν σε όλες τις ηλικίες 51 πνιγμοί και 53 παρ' ολίγον πνιγμοί (θνητότητα 49%). Δεν καταγράφηκαν ατυχήματα σε βρέφη, ενώ η θνητότητα σε παιδιά και εφήβους αυξάνει παράλληλα με την ηλικία. Έτσι, η θνητότητα στα νήπια (1-4 ετών) ήταν 10%, τα παιδιά ηλικίας 5-14 ετών ήταν 18%, τους εφήβους (15-19 ετών) ήταν 50% ενώ τους νεαρούς ενήλικες 20-24 ετών η θνητότητα ήταν 80%. Επίσης, με την πάροδο της ηλικίας αυξάνονταν η αναλογία των αρρένων επί του ποσοστού των πνιγμών, ενώ η πλειοψηφία των πνιγμών καταγράφεται στο θερινό τρίμηνο (81%). Όσον αφορά τις

κολυμβητικές δεξαμενές, τα στοιχεία του ΚΕΠΠΑ δείχνουν ότι περίπου ένα στα τέσσερα περιστατικά πνιγμού συμβαίνει σε αυτές.

Παράγοντες όπως, η σχετική αδυναμία των παιδιών για εκτίμηση του κινδύνου που ελλοχεύει στο νερό, η μειωμένη δεξιότητα κολύμβησης καθώς και η ανεπαρκής γονική επιτήρηση, αυξάνουν τον κίνδυνο του πνιγμού. Επίσης η αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ από τους γονείς ή τους επιτηρητές τους σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο πνιγμού στα παιδιά (*Quan et al., 1989, Petridou, 2003*).

Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι στον πνιγμό πρωταρχικός παράγοντας κινδύνου είναι η ίδια η έκθεση στο υδάτινο περιβάλλον (κολύμβηση). Η υπερεκτίμηση των ικανοτήτων κολύμβησης ειδικά στο ανδρικό φύλο και η χρήση οινόπνευματων ποτών ή απαγορευμένων ουσιών αποτελούν επιπρόσθετους σημαντικούς παράγοντες κινδύνου του πνιγμού. Ειδικότερα, στα παιδιά η ανεπαρκής γονική επιτήρηση αποτελεί το σπουδαιότερο ίσως κίνδυνο του πνιγμού.

3.3. Η ζέστη και το κρύο

Στις ακτές κολύμβησης, οι λουόμενοι εκτίθενται σε φυσικούς παράγοντες, ενίοτε σε ακραίες τιμές τους και υπό αντίξοες συνθήκες. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την υγεία τους είναι η ζέστη και το κρύο.

Στη χώρα μας η αυξημένη θερμοκρασία το καλοκαίρι αποτελεί ισχυρό κίνητρο για τη μετακίνηση των κατοίκων στους θαλάσσιους χώρους αναψυχής. Ένα εύρος θερμοκρασίας 20–28°C (σε φυσιολογικές συνθήκες υγρασίας και σωματικής δραστηριότητας) αποτελεί την ιδανική θερμοκρασία στην οποία αισθάνεται άνετα η πλειοψηφία των ανθρώπων (*WHO, 2003*). Το θερμορρυθμιστικό κέντρο του οργανισμού διαθέτει την ικανότητα να ανταπεξέρχεται σχεδόν πλήρως στις μικρές μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Πράγματι, ένα γυμνό άτομο μπορεί να εκτεθεί σε θερμοκρασίες από 12°C έως 60°C σε ξηρό αέρα και όμως είναι ικανό να διατηρήσει σχεδόν σταθερή την θερμοκρασία του (*Gyton, 1991*). Σε αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ο οργανισμός αντιδρά με εφίδρωση, αγγειοδιαστολή των περιφερειακών αγγείων, έκκριση της αντιδιουρητικής ορμόνης και της αλδοστρονής και αύξηση της συχνότητας αναπνοής και του καρδιακού ρυθμού.

Η θερμοπληξία αποτελεί την πλέον ακραία εκδήλωση του οργανισμού στη ζέστη και παρατηρείται όταν η θερμοκρασία του σώματος ανέλθει πέραν από μια κρίσιμη θερμοκρασία, περίπου τους 41 ως 42,2°C. Τα συμπτώματα της θερμοπληξίας περιλαμβάνουν ζάλη, κοιλιακή δυσφορία, ενίοτε παραλήρημα και τελικά απώλεια της συνείδησης εάν η θερμοκρασία δεν ελαττωθεί. Τα συμπτώματα αυτά επιτείνονται και από την κυκλοφορική καταπληξία που προκαλείται από την υπέρμετρη απώλεια νερού και ηλεκτρολυτών με τον ιδρώτα. Παράλληλα η ίδια η υπερπυρεξία αποτελεί έναν εξαιρετικά βλαπτικό παράγοντα για τους ιστούς του σώματος και ειδικά για τον εγκέφαλο. Παρατηρούνται τοπικές αιμορραγίες και παρεγχυματική εκφύλιση των κυττάρων σε ολόκληρο το σώμα και ειδικά στον εγκέφαλο. Η μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος ακόμη και για λίγα λεπτά είναι δυνατόν να οδηγήσει στο θάνατο. Επιπρόσθετα, οι βλάβες στο ήπαρ, τους νεφρούς και σε

άλλα όργανα μπορούν να είναι αρκετά σοβαρές ώστε να οδηγήσουν σε ανεπάρκεια ενός ή περισσότερων από αυτά, από την οποία τελικά προκαλείται θάνατος ενίοτε και αρκετές ημέρες μετά την θερμοπληξία (Gyton, 1991).

Σύμφωνα με το CDC (Centers for Disease Control and Prevention) οι πλέον ευπαθείς ομάδες πληθυσμού που κινδυνεύουν περισσότερο από την αυξημένη θερμοκρασία (λόγω μειωμένης ικανότητας προσαρμογής σε αυτή) είναι οι ηλικιωμένοι, τα βρέφη, τα παιδιά κάτω των τεσσάρων ετών, τα χρονίως νοσούντα άτομα (λ.χ. από αρτηριοσκλήρωση, διαβήτη, στηθάγχη, ιστορικό εμφραγμάτων, απουσία ιδρωτοποιών αδένων), τα άτομα με μειωμένη κινητικότητα και τα άτομα που κάνουν κατανάλωση οινόπνευματων ποτών (CDC, 1995).

Η έκθεση στον κρύο αέρα μπορεί να οδηγήσει σε πτώση της θερμοκρασίας του σώματος. Όμως, μεγαλύτερη πτώση της θερμοκρασίας του σώματος επέρχεται μετά από έκθεση του σώματος σε κρύο νερό. Το κρύο νερό απομακρύνει (λόγω της μεγαλύτερης αγωγιμότητας του στην θερμότητα) τη θερμότητα από το σώμα έως και 25 φορές ταχύτερα σε σχέση με τον αέρα (WHO, 2003).

Το αποτέλεσμα μιας αιφνίδιας έκθεσης του σώματος σε κρύο νερό (θερμοκρασία < 15°C), που συχνά περιγράφεται στη διεθνή βιβλιογραφία ως «cold-shock», είναι συχνά θανατηφόρο. Ο θάνατος σε αυτές τις περιπτώσεις επέρχεται ως αποτέλεσμα πνιγμού ή εμφράγματος του μυοκαρδίου και σπανιότερα ως αποτέλεσμα της υποθερμίας (χρειάζονται τουλάχιστον 30 λεπτά παραμονής στο κρύο νερό για να καταστεί το σώμα υπόθερμο). Η ερμηνεία για τα αίτια του θανάτου είναι ότι αμέσως μετά την εμβάπτιση του σώματος στο κρύο νερό παρατηρείται μια έντονη ταχύπνοια που σε μόλις 20-30 δευτερόλεπτα ανεβάζει το ρυθμό αναπνοής στις 75 αναπνοές ανά λεπτό και στη συνέχεια διατηρεί τον ρυθμό αναπνοών για λίγα λεπτά περίπου στις 40 αναπνοές ανά λεπτό. Αν τη δεδομένη στιγμή της αιφνίδιας έκθεσης στο κρύο νερό βρεθεί κάποιος έστω και για λίγα δευτερόλεπτα κάτω από την επιφάνεια του κρύου νερού είναι πολύ εύκολο να πνιγεί. Συγχρόνως, η καρδιακή λειτουργία επιβαρύνεται λόγω της έντονης αγγειοσυστολής των επιφανειακών αγγείων του σώματος (εξαιτίας του κρύου) με αποτέλεσμα αύξηση του καρδιακού φόρτου, της καρδιακής συχνότητας αλλά και αύξηση της αρτηριακής πίεσης που με τη σειρά τους προδιαθέτουν στην εμφάνιση εμφράγματος του μυοκαρδίου καθώς και αγγειακών επεισοδίων. Επιπρόσθετα, λόγω της υποθερμίας του δέρματος και των αρθρώσεων αλλά και της εμφάνισης ρίγους παρατηρείται σημαντική μείωση της ικανότητας κολύμβησης ακόμη και στους επαγγελματίες κολυμβητές που με τη σειρά της αυξάνει τον κίνδυνο πνιγμού (Golden & Tipton, 2002; Tucker & Dugas, 2008).

3.4. Η ηλιακή ακτινοβολία

Η υπεριώδης ακτινοβολία (UVR) είναι το φάσμα του ηλιακού φωτός με την πιο σημαντική επίδραση στην υγεία των ανθρώπων. Η υπεριώδης ακτινοβολία αποτελείται από τη UVA (315–400nm), τη UVB (280–315nm) και τη UVC (100–280nm). Καθώς το ηλιακό φως περνάει μέσα από την ατμόσφαιρα της γης όλη η UVC και περίπου το 90% της UVB απορροφάται από το στρώμα του όζοντος, τους υδρατμούς, το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα. Η UVA απορροφάται

σε μικρότερο βαθμό και σχεδόν το 70% αυτής φτάνει τελικά στην επιφάνεια της γης. Από την υπεριώδη ακτινοβολία κατ' επέκταση εκείνη που τελικά φτάνει στην επιφάνεια της γης είναι κυρίως η UVA μαζί με ένα μικρό ποσοστό της UVB. Η ποσότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης επηρεάζεται από το ύψος του ήλιου, το γεωγραφικό πλάτος, την παρουσία νέφωσης, το υψόμετρο και την αντανάκλαση της ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης (80% στο χιόνι, 25% στη θάλασσα, 15% στη στεγνή άμμο).

Πέραν της ευεργετικής δράσης της υπεριώδους ακτινοβολίας στη δημιουργία ζέστης, την παραγωγή της βιταμίνης D και της ευεργετικής δράσης της επί διαφόρων δερματολογικών καταστάσεων, τα αποτελέσματα της μπορούν σαφώς να χαρακτηριστούν επιβλαβή για την υγεία των ανθρώπων. Τα επιβλαβή αυτά αποτελέσματα μπορούν να διακριθούν σύμφωνα με το χρόνο εμφάνισης των συμπτωμάτων σε οξεία και χρόνια.

Το μαύρισμα του δέρματος λόγω της αυξημένης παραγωγής της μελανίνης από τα μελανοκύτταρα αλλά και η πάχυνση της εξωτερικής στοιβάδας του δέρματος είναι μια φυσιολογική αντίδραση του οργανισμού στην ηλιακή ακτινοβολία που έχει απλά ως στόχο να αυξήσει την προστασίας του έναντι αυτής. Είναι μια αντίδραση που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο του δέρματος.

Η ευαισθησία του δέρματος στην υπεριώδη ακτινοβολία προσδιορίζεται έμμεσα μέσω της κατάταξης του δέρματος σε έξι κατηγορίες, τους τύπους δέρματος I έως VI (*Fitzpatrick et al., 1974*). Εντούτοις, οι κίνδυνοι εξαιτίας της ηλιακής ακτινοβολίας για οφθαλμοπάθειες και για ανοσοκαταστολή είναι τελείως ανεξάρτητες από τον τύπο δέρματος (*Vermeer et al., 1991*).

Οι φωτοδερματοπάθειες είναι εξανθήματα, που προκαλούνται από το υπεριώδες φως. Στις φωτοδερματοπάθειες που σχετίζονται με την ηλιακή ακτινοβολία περιλαμβάνονται, πέραν του ηλιακού εγκαύματος, το πολύμορφο εξάνθημα, η φωτοαλλεργική δερματίτιδα, η φωτοτοξική δερματίτιδα, η κνίδωση και το αγγειοοίδημα (*Sterry, Dermatology; Gawkrödger, Dermatology*).

Το ηλιακό έγκαυμα αποτελεί το πλέον σύνθηες και εμφανές αποτέλεσμα της ηλιακής ακτινοβολίας. Χαρακτηρίζεται από ερυθρότητα λόγω της αγγειοδιαστολής και ήπιο οίδημα ενώ σε πιο σοβαρές περιπτώσεις εμφανίζονται και φλύκταινες (*Sterry, Dermatology; Sterry, Dermatology; Gawkrödger, Dermatology*).

Υπολογίζεται ότι υπάρχουν ετησίως 2-3 εκατομμύρια περιστατικά μη μελανωματικού καρκίνου του δέρματος και περίπου 132.000 περιστατικά μελανώματος (*Ferlay et al., 2001; WHO, 2003*). Το 85-90% των περιπτώσεων καρκίνου του δέρματος παρατηρείται σε ανθρώπους με τύπους δέρματος I και II, ενώ οι καρκίνοι του δέρματος σε ανθρώπους με τύπο δέρματος V και VI διαγιγνώσκονται συνήθως σε προχωρημένο στάδιο (*Fitzpatrick & Bologna, 1995*).

Οι οφθαλμικές βλάβες αποτελούν το αμέσως πιο γνωστό, μετά τις δερματικές βλάβες, δυσμενές αποτέλεσμα της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι βλάβες μπορεί να είναι οξείες, όπως για παράδειγμα μια φωτοκερατίτιδα ή μια φωτοεπιπεφυκίτιδα. Πρόκειται συνήθως για ιδιαίτερα επώδυνες φλεγμονές του κερατοειδούς και του επιπεφυκότα που εμφανίζονται εντός ολίγων ωρών μετά την ηλιακή έκθεση. Είναι αναστρέψιμες και κατά κανόνα δεν αφήνουν μόνιμες βλάβες στους οφθαλμούς (*WHO, 2003; Lang, ophthalmology*).

Το πτερύγιο είναι μια σαρκώδης ανάπτυξη του επιπεφυκότα που επεκτείνεται πάνω στον κερατοειδή που παρατηρείται μετά την έκθεση στην

υπεριώδη ακτινοβολία καθώς και έπειτα από χρόνιο ερεθισμό που προκαλούν η ξηρή ατμόσφαιρα και η σκόνη. Συνήθως αναπτύσσεται αργά, αλλά αν δεν αντιμετωπιστεί είναι δυνατό με το χρόνο να καλύψει την κόρη του οφθαλμού. Είναι πιο συχνό σε ηλιόλουστες χώρες και εμφανίζεται πιο συχνά σε ανθρώπους που δουλεύουν στην ύπαιθρο ή κάνουν αθλήματα χωρίς προστασία των ματιών (*Lang, ophthalmology*).

Από τα 12-15 εκατομμύρια περιπτώσεων τύφλωσης παγκοσμίως από καταρράκτη, ποσοστό έως και 20% αποδίδεται ή σχετίζεται με την ηλιακή έκθεση (*WHO, 1994*). Παράλληλα υποστηρίζεται ότι η ελάττωση της έκθεσης των οφθαλμών στην ηλιακή ακτινοβολία και η διακοπή του καπνίσματος αποτελούν ίσως τη μόνη μέθοδο πρόληψης για την αποφυγή ανάπτυξης καταρράκτη (*Brian & Taylor, 2001*).

Σήμερα υπάρχουν επαρκή επιστημονικά δεδομένα που να αποδεικνύουν ότι η ηλιακή ακτινοβολία προκαλεί ανοσοκαταστολή. Ειδικότερα, φαίνεται ότι η υπεριώδης ακτινοβολία διαταράσσει και τροποποιεί τη λειτουργία των ανοσιακών κυττάρων του οργανισμού και κατ' επέκταση προκαλεί ελάττωση της ανοσιακής απάντησης του οργανισμού απέναντι στους διάφορους βλαπτικούς παράγοντες (*Halliday & Norval, 1997; Yamamoto et al., 1999, 2000*). Στο παρελθόν, πειράματα σε ζώα έδειξαν ότι η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να τροποποιήσει τη φυσική πορεία και τη βαρύτητα των καρκίνων του δέρματος (*Fisher & Kripke, 1977*), ενώ άλλοι μελετητές υποστηρίζουν ότι τόσο η οξεία υψηλή δόση όσο και η χαμηλή χρόνια δόση υπεριώδους ακτινοβολίας μπορούν να προκαλέσουν ανοσοκαταστολή (*Duthie et al., 1999*). Επιπλέον, υπάρχουν αναφορές από αναπτυσσόμενες χώρες ότι η υπεριώδης ακτινοβολία μειώνει την αποτελεσματικότητα των εμβολιασμών (*WHO, 2003*).

Με τη διερεύνηση της τρύπας του όζοντος τις τελευταίες δεκαετίες ολοένα και μεγαλύτερες ποσότητες υπεριώδους ακτινοβολίας προσπίπτουν στην επιφάνεια της γης (*WHO, 2003*). Σύμφωνα με σενάρια προσομοίωσης σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές προβλέπονται ετησίως σε παγκόσμια κλίμακα επιπρόσθετα 300.000 περιστατικά μη μελανωματικού τύπου καρκίνου του δέρματος, 4.500 μελανώματα και περίπου 1,6 εκατομμύρια περιστατικών καταρράκτη εάν υπάρξει μόλις κατά 10% πτώση του στρώματος του όζοντος της στρατόσφαιρας (*UNEP, 1991*).

Τα παιδιά αποτελούν την πλέον ευπαθή ομάδα λόγω της ευαίσθητης επιδερμίδας, του μειωμένου πάχους του δέρματος τους και τον αυξημένο χρόνο έκθεσης στον ήλιο. Επιπρόσθετα, υπάρχουν ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες που υποστηρίζουν ότι η μεγάλη συχνότητα των ηλιακών εγκαυμάτων και η αυξημένη έκθεση στον ήλιο κατά την παιδική ηλικία σχετίζεται με αυξημένη συχνότητα μελανώματος κατά την ενήλικη ζωή (*WHO, 2003; IARC, 1992*).

3.5. Η κοπρανώδης μόλυνση των υδάτων

Οι μικροοργανισμοί που παρατηρούνται στα ύδατα αναψυχής αποτελούνται από ένα μίγμα αυτόχθονων και ετερόχθονων μικροοργανισμών. Η πηγή προέλευσης των ετερόχθονων μικροοργανισμών είναι συνήθως τα υγρά απόβλητα του αποχετευτικού συστήματος, τα απόβλητα μονάδων εκτροφόμενων ζώων και της άγριας πανίδας, τα απόβλητα της γεωργικής και βιομηχανικής παραγωγής καθώς και οι ίδιοι οι κολυμβητές που μπορεί ενίοτε να αποτελέσουν την πηγή προέλευσης αυτών των μικροοργανισμών (WHO, 2003 ; Belkin & Colwell, 2005).

Προκειμένου να εκτιμηθεί η κοπρανώδης μόλυνση της θάλασσας πρέπει να υπολογιστεί ότι κάθε άνθρωπος παράγει κατά μέσο όρο 200 γραμμάρια κόπρανα ημερησίως που αντιστοιχεί σε παγκόσμιο επίπεδο 1.100 εκατομμύρια κιλά ημερησίως (περίπου 40,2 δις τόνοι ετησίως). Επιπρόσθετα, ετησίως η παραγωγή κοπριάς των περίπου 100 εκατομμυρίων αγελάδων στις ΗΠΑ υπολογίζεται σε 1,21 δις τόνους ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο υπολογίζεται ότι υπάρχουν 1,3 δις αγελάδες. Επιπρόσθετα, υπάρχουν πολλά άλλα εκτρεφόμενα ζώα ενώ ελάχιστες χώρες παγκοσμίως διαθέτουν συστήματα για την ολοκληρωμένη διαχείριση λυμάτων. Έτσι, το μεγαλύτερο μέρος αυτών των κοπράνων στο τέλος καταλήγει στη θάλασσα (Belkin & Colwell, 2005).

Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών κοπρανώδους προέλευσης στα ύδατα αναψυχής (Πίνακες 3.2 και 3.3) εγκυμονεί κινδύνους λοιμώξεων. Εκτιμάται ότι κατά τη διάρκεια μιας τυπικής κολύμβησης μια ποσότητα περίπου 100mL νερού εισέρχεται στο στόμα ή τον ρινοφάρυγγα του κολυμβητή (US EPA, 1999). Η έκβαση των λοιμώξεων εξαρτάται από την λοιμογόνο δύναμη του μικροοργανισμού, την οδό και τη δόση έκθεσης και την ανοσιακή κατάσταση του λουομένου. Έτσι, για τους ιούς και τα παράσιτα η λοιμογόνος δόση είναι συχνά μικρή σε αντίθεση με τα μικρόβια όπου απαιτείται υψηλότερη δόση (Fewtrell et al., 1994; Teunis, 1996; Haas et al., 1999; Okhuysen et al., 1999; Teunis et al., 1999). Επιπρόσθετα, θεμελιώδες αξίωμα στη νοσολογία είναι ότι η έκθεση σε λοιμογόνους παράγοντες δεν οδηγεί σε λοίμωξη όπως και μια λοίμωξη δεν οδηγεί σε εκδήλωση μιας νόσου (Singleton & Sainsbury 2001).

Οι επιδημιολογικές μελέτες που διερεύνησαν τους κινδύνους για την υγεία στους λουόμενους τους συσχέτισαν σχεδόν αποκλειστικά με τους μικροβιακούς δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης (στο κεφάλαιο 2 έγινε εκτεταμένη αναφορά για τις επιδημιολογικές μελέτες και στο κεφάλαιο 5 γίνεται για τους δείκτες μόλυνσης). Κατ' επέκταση οι όποιοι κίνδυνοι για την υγεία που παρατηρήθηκαν στις διάφορες επιδημιολογικές μελέτες στους λουόμενους ανάγονταν πάντα σε σχέση με κάποιες συγκεντρώσεις των μικροβιακών δεικτών της κοπρανώδους μόλυνσης στα ύδατα.

Οι δείκτες αυτοί χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον για να περιγράψουν την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης. Παρόλο, που τα ίδια τα μικρόβια που χρησιμοποιούνται ως μικροβιακοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης δεν αποτελούν συνήθως τα αίτια μιας λοιμώδους νόσου στους κολυμβητές εντούτοις συμπεριφέρονται στα ύδατα κατά τρόπο ανάλογο με τα παθογόνα μικρόβια που μπορούν να υπάρχουν στο νερό (Prüss, 1998).

Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα με τις επιδημιολογικές μελέτες, η βασική συσχέτιση της κοπρανώδους μόλυνσης των υδάτων έγινε κυρίως με νοσήματα του γαστρεντερικού συστήματος. Τα νοσήματα αυτά του γαστρεντερικού είναι κυρίως ήπιες, αυτοπεριοριζόμενες και βραχείας διάρκειας γαστρεντερίτιδες για

τα οποία υπάρχει λογική και βιολογική ερμηνεία. Η μετάδοση των παθογόνων μικροβίων γίνεται κατά τρόπο παρόμοιο με τη μετάδοση των υδατογενών λοιμώξεων στο πόσιμο νερό ενώ επιπλέον η συσχέτιση αυτή ενισχύεται από την ύπαρξη δόσοεξαρτώμενης σχέσης ανάμεσα στη συγκέντρωση των μικροβιακών δεικτών κοπρανών μολύνσης και της νόσου (Prüss, 1998).

Πίνακας 3.2. Παθογόνοι μικροοργανισμοί, τα κύρια νοσήματα που προκαλούν και οι συνήθεις συγκεντρώσεις τους που ανευρίσκονται στα λύματα (πηγή: WHO, 2001)

Παθογόνο/ δείκτης ¹	Νόσος που προκαλεί	αριθμός/100mL ⁽²⁾
Βακτήρια		
<i>Campylobacter</i> spp.	Γαστρεντερίτιδα	3.700
<i>Salmonella</i> spp.	Γαστρεντερίτιδα	0,2–8.000
<i>Shigella</i> spp.	Ραβδοειδής δυσεντερία (Bacillary dysentery)	0,1–1.000
Ιοί		
<i>Polioviruses</i>	Πολιομυελίτιδα	180–500.000
<i>Rotaviruses</i>	Διάρροια και εμετοί	400–85.000
Πρωτόζωα		
<i>Cryptosporidium</i> και <i>parvum</i> oocysts	Διάρροια	0,1–39
<i>Entamoeba histolytica</i>	Αμοιβαδική δυσεντερία	0,4
<i>Giardia lamblia</i> cysts	Διάρροια	12,5–20.000
Έλμινθες (ωά)		
<i>Ascaris</i> spp.	Ασκαρίαση	0,5–11
<i>Ancylostoma</i> spp. και <i>Necator</i> sp.	Αναιμία	0,6–19
<i>Trichuris</i> spp.	Διάρροια	1–4

¹ Ορισμένα παθογόνα δεν αναγράφονται στον πίνακα γιατί δεν έχουν γίνει επαρκείς μελέτες προσδιορισμού της συγκέντρωσης τους στα λύματα.

² Οι μεγάλες διακυμάνσεις στον αριθμό οφείλονται στις διαφορετικές συγκεντρώσεις που παρατηρούνται ανά τις διάφορες περιοχές στην υφήλιο

Πίνακας 3.3. Μικροοργανισμοί που ανευρίσκονται στα κόπρανα, οι συνήθεις συγκεντρώσεις και η διάρκεια αποβολής τους (πηγή: CDC, 2007; Rusin et al., 2000)

Παθογόνο	Συγκέντρωση ανά γραμμάριο κοπράνων	Διάρκεια αποβολής (σε εβδομάδες)
<i>Giardia</i>	10 ⁶ -10 ⁷	24
<i>Cryptosporidium</i>	10 ⁶ -10 ⁷	1-2
Εντεροϊοί	10 ³ -10 ⁷	2-16
Ηπατίτιδα Α	10 ⁸	4-6
<i>Rotavirus</i>	10 ⁹	1-3
<i>Salmonella</i>	10 ⁴ -10 ⁹	4-5
<i>Shigella</i>	10 ⁵ -10 ⁸	2

Η παρουσία των δεικτών κοπρανώδους μόλυνσης στα ύδατα έχει επίσης συσχετιστεί σε πολλές μελέτες με την οξεία εμπύρετο λοίμωξη του αναπνευστικού (AFRI: acute febrile respiratory illness). Πρόκειται για νοσήματα λιγότερο συχνά από τη γαστρεντερίτιδα αλλά συνήθως σοβαρότερης έκβασης. Ακόμη στις μελέτες παρατηρήθηκε η ύπαρξη μιας δοσοεξαρτώμενης συσχέτισης ανάμεσα στην οξεία εμπύρετο λοίμωξη του αναπνευστικού και τη συγκέντρωση των κοπρανώδων Στρεπτοκόκκων στο νερό (Fleisher *et al.*, 1996a; Fleisher *et al.*, 1998). Παρόμοια συσχέτιση έχει παρατηρηθεί και ανάμεσα στους δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης και τις ωτίτιδες.

Η παρατηρούμενη αυξημένη συχνότητα των λοιμώξεων του αναπνευστικού, των αεροφόρων οδών, των ωτών, των οφθαλμών, του δέρματος και της ρινικής κοιλότητας που παρατηρείται στους κολυμβητές, παρά την ύπαρξη σαφούς παθοφυσιολογικής ερμηνείας, αδυνατεί σε πολλές επιδημιολογικές μελέτες (και ιδιαίτερα στις κλινικές δοκιμές) να συσχετιστεί με σαφήνεια με την ποιότητα των υδάτων και κατ' επέκταση με την παρουσία των κοπρανώδους προέλευσης παθογόνων στο νερό (Prüss, 1998).

3.6. Άλλοι μικροοργανισμοί των υδάτων

Οι αυτόχθονοι μικροοργανισμοί στα ύδατα αποτελούν την πλειοψηφία των μικροοργανισμών. Παρά το γεγονός ότι στην πλειοψηφία τους οι αυτόχθονοι μικροοργανισμοί δεν είναι παθογόνοι για τον άνθρωπο, εντούτοις υπάρχουν ανάμεσα τους και κάποιοι μικροοργανισμοί που είναι παθογόνοι ή συνηθέστερα μπορούν κάτω από ειδικές συνθήκες να καταστούν παθογόνοι για τον άνθρωπο.

Οι πιο σημαντικοί από αυτούς τους μικροοργανισμούς με επιπτώσεις στους κολυμβητές είναι τα Δονάκια (*Vibrio* spp.), οι Αερομονάδες (*Aeromonas* spp.), οι αμοιβάδες και οι Λεπτόσπειρες (*Leptospira* spp.) που αναλύονται στη συνέχεια.

3.6.1. Δονάκια (*Vibrio* spp.).

Παρά την εκτεταμένη διασπορά των Δονακίων στα ύδατα, ελάχιστα από αυτά είναι παθογόνα για τον άνθρωπο. Έως σήμερα μόνο 12 είδη δονακίων είναι γνωστό ότι προκαλούν λοιμώξεις σε ανθρώπους: *V. alginolyticus*, *V. carchariae*, *V. cholerae*, *V. cincinnatiensis*, *V. damsela*, *V. fluvialis*, *V. furnissii*, *V. hollisae*, *V. metschnikovii*, *V. mimicus*, *V. parahaemolyticus* και *V. vulnificus* (Kelly *et al.*, 1991; WHO, 2003).

Τα παθογόνα Δονάκια συνιστούν μόνο ένα μικρό κίνδυνο για γαστρεντερίτιδα στους λουόμενους. Παρόλο αυτά ενίοτε παρατηρούνται και σοβαρές λοιμώξεις μαλακών μορίων από Δονάκια. Τα Δονάκια, ιδιαίτερα τα ευκαιριακά παθογόνα, είναι ικανά να προκαλέσουν νεκρωτική λοίμωξη τραυματισμένων μαλακών μορίων, γαστρεντερίτιδα και σηψαιμία σε άτομα που εκτέθηκαν σε θαλασσινό νερό και προπαντός στους ανοσοκατεσταλμένους (Strom & Paranjpye 2000; WHO, 2003; WHO, 2005).

3.6.2. Αερομονάδες (*Aeromonas* spp.)

Οι Αερομονάδες είναι Gram αρνητικά, προαιρετικά αναερόβια, κινητά, οξειδάση θετικά και καταλάση θετικά βακτηρίδια. Είναι φυσικοί ένοικοι του υδάτινου περιβάλλοντος (γλυκών ή υφάλμυρων νερών). Στα θαλασσινά ύδατα είναι κατά κανόνα απόντα και η εμφάνισή τους εντός αυτών οφείλεται σε φερόμενη ύλη από τη στεριά (*Alucino et al., 2001; WHO, 2003*). Τα απόβλητα περιέχουν Αερομονάδες σε συγκέντρωση 10^6 έως 10^8 κύτταρα ανά mL (*Ashbolt et al. 1995; Holmes et al., 1996*). Προκαλούν διάφορα νοσήματα στον άνθρωπο όπως γαστρεντερίτιδα (αυτοπεριοριζόμενη), κυτταρίτιδα (μετά από τραυματισμό στο νερό), σηψαιμία, μηνιγγίτιδα, πνευμονία από εισρόφηση ύδατος, λοιμώξεις των οφθαλμών και ενδοκαρδίτιδα, ιδιαίτερα σε ανοσοκατασταλμένους (*Joseph et al., 1991; Voss et al., 1992; Gocalves et al., 1992; Janda & Abbott, 1998; Altwegg, 1999; WHO, 2003*).

3.6.3. Αμοιβάδες

Οι αμοιβάδες είναι πρωτόζωα που ανευρίσκονται, ως φυσικοί ένοικοι, στο χώμα και το υδάτινο περιβάλλον. Από τα εκατοντάδες είδη των αμοιβάδων που ζούνε στο περιβάλλον μόνο τα μέλη των γενών *Acanthamoeba*, *Naegleria fowleri* και *Balamuthia mandrillaris* έχουν περιγραφεί να προκαλούν λοιμώξεις στους ανθρώπους με θανατηφόρο κατάληξη (*Page, 1988; WHO, 2003*).

Η *Acanthamoeba*, έχει απομονωθεί σε διάφορες συγκεντρώσεις στα γλυκά ύδατα, ενίοτε όμως απομονώνεται στο θαλασσινό νερό κοντά σε μέρη όπου εκβάλλουν λύματα (*WHO, 2003*). Ανθίσταται αρκετά καλά στις ακραίες θερμοκρασίες και τα απολυμαντικά. Στον άνθρωπο, ορισμένα είδη της μπορεί να προκαλέσουν κοκκιωματώδη αμοιβαδική εγκεφαλίτιδα και κερατίτιδα, αποκλειστικά σε ανοσοκατασταλμένους (*Daggett et al., 1982; Martinez, 1985; Kilvington & White, 1994*).

Η *Naegleria fowleri* είναι μια αμοιβάδα που ανευρίσκεται στα γλυκά ύδατα σε παγκόσμια κλίμακα. Στον άνθρωπο μπορεί να προκαλέσει αμοιβαδική μηνιγγοεγκεφαλίτιδα (κατά κανόνα με θανατηφόρο έκβαση) ως αποτέλεσμα της κολύμβησης σε ύδατα μολυσμένα από αυτή (*John, 1982; Martinez, 1985; Warhurst, 1985; WHO, 2003*).

Η *Balamuthia mandrillaris* απομονώθηκε ως το παθογόνο αίτιο κοκκιωματώδους εγκεφαλίτιδας σε ανοσοκατασταλμένους μόλις στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Στη συνέχεια διαπιστώθηκε ότι ήταν υπεύθυνο για κρούσματα κοκκιωματώδους εγκεφαλίτιδας που λανθασμένα αποδίδονταν στην *Acanthamoeba*. Λόγω των εξαιρετικά δύσκολων καλλιεργητικών απαιτήσεων της, η διάγνωση της παραμένει έως και σήμερα εξαιρετικά δύσκολη, ενώ δεν έχουν αναφερθεί απομονώσεις της από ύδατα ή άλλα περιβαλλοντικά δείγματα (*Visvesvara et al., 1990, 1993*). Στη βιβλιογραφία περιγράφονται περίπου 85 περιστατικά εγκεφαλίτιδας, οφειλόμενη στη *Balamuthia mandrillaris*, μερικά από τα οποία δε σχετίζονται ούτε με ανοσοκαταστολή ούτε με κολύμβηση σε ύδατα (*Martinez & Visvesvara, 2001*). Ο χρόνος επώασης είναι περίπου 75 ημέρες (από 14 ημέρες έως 6 μήνες) και η θνητότητα της υψηλή (*WHO, 2003*).

3.6.4. Λεπτόσπειρες (*Leptospira* spp.)

Η οικογένεια των Leptospiraceae αποτελείται από σπειροχαίτες που διαιρούνται σε τρία γένη: *Leptospira*, *Leptonema* και *Turneria*. Το γένος *Leptospira* διακρίνεται σε δύο είδη, το παθογόνο *L. interrogans* και το σαπροφυτικό *L. biflexa*. Πηγή των Λεπτόσπειρων είναι τα νεφρικά σωληνάρια των νεφρών ζώων (ποντικών, αρουραίων, μόσχων και χοίρων). Οι Λεπτόσπειρες καταλήγουν στο περιβάλλον μέσω των ούρων των ζώων και από εκεί στον άνθρωπο μέσω αμυχών ή λύσης της επιφάνειας του δέρματος, του βλεννογόνου του στόματος, της ρινός και του επιπεφυκότα. Κατάποση ή εισπνοή σταγονιδίων ύδατος μολυσμένου με *Leptospira* spp. οδηγεί σε λεπτοσπείρωση. Ο χρόνος επώασης κυμαίνεται από 2 έως 30 ημέρες, συνήθως όμως είναι ανάμεσα στις 7-14 ημέρες (WHO, 2003; WHO, 2005).

Η λεπτοσπείρωση περιλαμβάνει συνηθέστερα τις κλινικές περιπτώσεις της νόσου του Weil και χαρακτηρίζεται από μια ήπια υποκλινική λοίμωξη έως ένα εμπύρετο, διάρκειας ακόμη και 20 ημερών, συνοδευόμενο ενίοτε από μυαλγίες, μηνιγγισμό, έκπτωση της νεφρικής και ηπατικής λειτουργίας και αιμορραγικό ίκτερο. Στην πλειοψηφία, σχεδόν το 90% των περιπτώσεων, συνδράμει ως ήπιας ή μέτριας βαρύτητας λοίμωξη. Στις ΗΠΑ αναφέρονται ετησίως ανάμεσα στα 100 με 200 περιστατικά λεπτοσπείρωσης εκ των οποίων τα μισά καταγράφονται στη Χαβάη (WHO, 2003; WHO, 2005).

Σήμερα, υπάρχουν σαφείς επιδημιολογικές αποδείξεις ότι η λεπτοσπείρωση συνδέεται με τη χρήση υδάτων αναψυχής. Εντούτοις, αυτό αφορά κυρίως περιπτώσεις επιμόλυνσης των επιφανειακών υδάτων από ούρα ζώων ενώ είναι σπανιότατες οι περιπτώσεις επιδημιών που σχετίζονται με την κολύμβηση (WHO, 2005).

3.7. Τα κυανοβακτήρια

Τα κυανοβακτήρια ή κυανοφύκη είναι προκαρυωτικοί οργανισμοί οι οποίοι μολονότι δεν έχουν χλωροπλάστες, έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν. Σήμερα κατατάσσονται στα βακτήρια.

Τα κυανοβακτήρια δε διαταράσσουν ένα οικοσύστημα υπό φυσιολογικές συνθήκες. Εντούτοις, κάτω από ορισμένες συνθήκες, όπως την παρουσία κάποιων φυσικών παραγόντων ή/και ανθρωπογενών επιδράσεων, οδηγούν σε αυξημένη συγκέντρωση αζώτου και φωσφόρου (ή ενώσεων τους) στο νερό και κατά συνέπεια παρατηρείται το φαινόμενο του ευτροφισμού. Τέτοιοι φυσικοί παράγοντες μπορεί να είναι τα γεωγραφικά, γεωμορφολογικά, κλιματολογικά, μορφομετρικά και υδρομετρικά χαρακτηριστικά ενός υδάτινου περιβάλλοντος, ενώ οι ανθρωπογενείς επιδράσεις που προάγουν το φαινόμενο του ευτροφισμού είναι η είσοδος στο θαλασσινό νερό αστικών λυμάτων, κτηνοτροφικών και βιομηχανικών αποβλήτων ή αποπλύσεων γεωργικών εδαφών.

Αποτέλεσμα του ευτροφισμού είναι τα κυανοβακτήρια να πολλαπλασιάζονται υπέρμετρα και να δημιουργούν μια πρασινωπή συνήθως κρούστα στο υδάτινο σύστημα στο οποίο βρίσκονται. Αυτές οι συγκεντρώσεις των κυανοβακτηρίων αναφέρονται ως διανθίσεις (blooms).

Παρόλο που η παρουσία των blooms στην θάλασσα είναι ένα γνωστό φαινόμενο που περιγράφεται από πολύ παλαιά, εντούτοις, το φαινόμενο παρατηρείται με μεγαλύτερη συχνότητα τις τελευταίες δεκαετίες. Το φαινόμενο εμφανίζεται περιοδικά πλέον στη Βαλτική θάλασσα, τη Βόρειο θάλασσα, την Αδριατική θάλασσα, τα παράλια της Ιαπωνίας και τον κόλπο του Μεξικού (Anderson, 1989; Smayda, 1989a; Hallegraeff, 1993; WHO 2005). Η αυξημένη αυτή συχνότητα σχετίζεται με τον ευτροφισμό που παρατηρείται σε παγκόσμια κλίμακα στις παραθαλάσσιες περιοχές (Smayda, 1989b; WHO 2005).

Η παρουσία των blooms υποβαθμίζει αισθητά την ποιότητα των υδάτων αναψυχής μέσω της θολερότητας, της δυσχρωμίας, της δυσοσμίας αλλά και του σχηματισμού αφρού και γλίτσας που προκαλείται στα ύδατα. Στους ανθρώπους τα κυανοβακτήρια ενοχοποιούνται για μια σειρά από συμπτώματα που προκαλούνται εξαιτίας της δερματικής επαφής μαζί τους και της κατάποσης ή εισπνοής μικροσταγονιδίων που περιέχουν κυανοβακτήρια (WHO, 2003).

Η κολύμβηση σε ύδατα με blooms κυανοβακτηριδίων μπορεί, αναλόγως το είδος των κυανοβακτηριδίων, να οδηγήσει σε εμφάνιση δερματίτιδας (seaweed dermatitis). Τα συμπτώματα είναι συνήθως κνησμός συνοδευόμενα από αίσθημα καύσους εντός ολίγων λεπτών ή ωρών μετά την επαφή. Ορατή δερματίτιδα εμφανίζεται μετά από 3-8 ώρες συνοδευόμενη από φλύκταινες και βαθειά απολέπιση του δέρματος. Μερικά από τα είδη που προκαλούν δερματίτιδες είναι τα κυανοβακτήρια *Lyngbya majuscula*, *Trichodesmium*, *Heterosigma akashiwo* (WHO, 2003).

Από ορισμένα κυανοβακτήρια του θαλασσινού νερού έχουν απομονωθεί διάφορες τοξίνες όπως οι aplysiatoxin, debromoaplysiatoxin και lyngbyatoxin A, (Mynderse et al., 1977; Fujiki et al., 1985; Shimizu, 1996). Τοξίνες παραγόμενες από τα κυανοβακτήρια *Lyngbya majuscula* (debromoaplysiatoxin, lyngbyatoxin A), *Oscillatoria nigroviridis* (debromoaplysiatoxin) και *Schizothrix calcicola* (debromoaplysiatoxin), ενοχοποιούνται για πρόκληση καρκίνου του δέρματος, χωρίς ωστόσο να έχει επιβεβαιωθεί πλήρως ή να έχει αποσαφηνιστεί ο μηχανισμός καρκινογένεσης (Mynderse et al., 1977; WHO, 2003).

Ήδη από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα ήταν γνωστό ότι κάποιο κυανοβακτήριο (*Nodularia spumigena*) μπορεί να προκαλέσει το θάνατο σε ζώα. Το *Nodularia spumigena* παράγει μια ηπατοτοξίνη, την nodularin, που προκαλεί μεγάλες αιμορραγίες στο ήπαρ των θηλαστικών και διαταράσσει την ηπατική και τη νεφρική λειτουργία (Eriksson et al., 1988; Sandstrom et al., 1990; Fujiki et al., 1996; WHO, 2003). Ωστόσο παρά τα αρκετά αναφερθέντα περιστατικά θανάτων ζώων εξαιτίας της παραγόμενης τοξίνης του *Nodularia spumigena*, δεν έχουν επιβεβαιωθεί έως σήμερα θάνατοι σε ανθρώπους εξαιτίας της (WHO, 2003).

Η εισπνοή μικροσταγονιδίων, που περιέχουν κυανοβακτήρια, όπως το *Karenia brevis* (πρώην *Gymnodinium breve*) ή τοξινών τους όπως οι βραχυτοξίνες (brevetoxins) μπορούν να προκαλέσουν ερεθισμό στον επιπεφυκότα και το βλεννογόνο της ρινός, βήχα, πταρμό, αιμωδίες στα χείλη και σπανιότερα πυρετό ή άσθμα (Baden et al., 1984; Pierce, 1986; Scoging, 1991; WHO, 2003).

Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι η παρουσία των διανθίσεων (blooms) δε σημαίνει απαραίτητα και παρουσία τοξίνης.

3.8. Οι αλλεργίες

Οι λουόμενοι στις ακτές μπορεί να παρουσιάζουν αλλεργίες ή αλλεργικές αντιδράσεις που οφείλονται σε μια σειρά από εκλυτικούς παράγοντες.

Οι φωτοδερματοπάθειες είναι εξανθήματα που προκαλούνται από το υπεριώδες φως. Το πολύμορφο εξάνθημα εκ φωτός (PLE) είναι η πιο κοινή φωτοδερματοπάθεια. Το PLE χαρακτηρίζεται από περιοδική και καθυστερημένη δερματική αντίδραση που εμφανίζεται λίγες ώρες μετά την έκθεση ευπαθών ατόμων στην υπεριώδη ακτινοβολία. Η αντίδραση ποικίλει σε μορφολογία, για αυτό το λόγο προκύπτει και ο όρος πολύμορφο. Τα εξανθήματα μπορεί να αποτελούνται από μη ουλωτικές, κόκκινες, κνησμώδεις βλατίδες, μικρές ή μεγάλες κηλίδες, πλάκες ή φυσαλίδες, οι οποίες εμφανίζονται σε δέρμα που είναι εκτεθειμένο στον ήλιο. Το V του στήθους, ο λαιμός και τα ανώτερα και κατώτερα άκρα είναι τα σημεία του σώματος που πλήττονται περισσότερο. Το PLE συναντάται συχνότερα σε ανοιχτόχρωμους ανθρώπους αλλά και οι σκουρόχρωμοι άνθρωποι μπορούν να επηρεαστούν. Η πάθηση πρωτοεμφανίζεται συνήθως σε άτομα νεαρής και μέσης ηλικία. Ο μηχανισμός παραμένει άγνωστος, όμως όλες οι ενδείξεις συντείνουν ότι είναι μια αλλεργική αντίδραση. Τα πειραματικά δεδομένα αποκαλύπτουν ότι η υπεριώδης ακτινοβολία προκαλεί μια αντίδραση των T κυττάρων. Το υπεύθυνο αλλεργιογόνο δεν έχει αναγνωρισθεί ακόμα (*Sterry, Dermatology; Gawkrödger, Dermatology*).

Οι φωτοτοξικές και οι φωτοαλλεργικές δερματίτιδες είναι δερματικές αντιδράσεις, που προέρχονται από την επίδραση του ήλιου σε κάποιον φωτοευαίσθητο παράγοντα στο δέρμα ή κάποιο φάρμακο που έχει πάρει ο άνθρωπος από το στόμα. Οι φωτοτοξικές δερματίτιδες είναι αντίστοιχες της ερεθιστικής δερματίτιδας και προέρχονται από τοπικά φάρμακα (λ.χ. φουροκουμαρίνες, προϊόντα λιθανθρακοπίσσας), φυτικές ουσίες (λ.χ. γκαζόν), αρώματα αυτούσια ή ενσωματωμένα σε καλλυντικά ή συστηματικά χορηγούμενα φάρμακα (θειαζίνες, φαινοθειαζίνες, τετρακυκλίνες κ.ά.). Αντιθέτως, οι φωτοαλλεργικές δερματίτιδες παρουσιάζονται σε άτομα φωτοευαίσθητα με ιστορικό παλαιότερων αντιδράσεων και είναι αντίστοιχες της αλλεργικής δερματίτιδας και οφείλονται σε φάρμακα τοπικά (λ.χ. αλογονούχες σαλκυλαμίδες) ή συστηματικά (σουλφοναμίδες, φαινοθειαζίνες). Οι φωτοαλλεργικές και φωτοτοξικές δερματίτιδες εμφανίζονται πάντα στα ακάλυπτα μέρη του ανθρώπου (λ.χ. πρόσωπο, αυτιά, γυμνό κρανίο, κρεμασμένο χέρι του οδηγού) και χαρακτηρίζονται από έντονη ερυθρότητα και απολέπιση (*Sterry, Dermatology; Gawkrödger, Dermatology*).

Πολλά έντομα συμπεριλαμβανομένων των υμενόπτερων και των σκορπιών, μπορούν να προκαλέσουν με τα νύγματα τους αλλεργικές αντιδράσεις σε ανθρώπους. Οι αντιδράσεις υπερευαισθησίας παρατηρούνται σπάνια σε δήγματα αρθροπόδων. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται κυρίως σε είδη του γένους *Triatoma* ή μαύρες μύγες και αλογόμυγες. Παρόμοιες αντιδράσεις υπερευαισθησίας έχουν αναφερθεί ακόμη και από κουνούπια. Άλλες αλλεργικές αντιδράσεις που αποδίδονται στα αρθρόποδα είναι διάφορες τοπικές αντιδράσεις, ουρτικάρια, αγγειόδερμα και σπανιότερα άσθμα. Οι αντιδράσεις αυτές οφείλονται στα διάφορα ένζυμα που πιθανολογείται ότι δρουν ως αντιγόνα υπερευαισθησίας σε αυτές τις αλλεργικές αντιδράσεις και περιέχονται στη σίελο πολλών αρθροπόδων. Τα Λεπιδόπτερα και οι διάφορες

προνύμφες εντόμων θεωρούνται υπεύθυνα για ήπια δερματίτιδα, ουρτικάρια, επιπεφυκίτιδα, πόνο, κεφαλαλγία, μέσω του ερεθισμού τους από τα λεπτά τριχίδια ή το νύγμα τους. Η αναφυλαξία αποτελεί την πιο σοβαρή επιπλοκή μιας αλλεργικής αντίδρασης. Τα δήγματα και τα νύγματα των εντόμων αποτελούν το 11-29% όλων των περιγραφόμενων αιτίων αναφυλαξίας. Ο θάνατος ενίοτε επέρχεται ακόμα και εντός 10-15 λεπτών, συνηθέστερα όμως συμβαίνει εντός 20-30 λεπτών. Οι θάνατοι από αναφυλαξία (οποιασδήποτε αιτιολογίας) υπολογίζονται σε 0.09-0.45 ανά ένα εκατ. πληθυσμού ανά έτος (Jerome, 2002; WHO, 2003).

3.9. Έντομα

Υπάρχουν αρκετές αναφορές επίθεσης από έντομα όπως λ.χ. μέλισσες, σφήκες, σκούρκοι (μπούμπουροι), μυρμήγκια, κουνούπια, σκνίπες, κρότρες, μύγες, τριάτομα, pronύμφες, λεπιδόπτερα κ.ά. σε λουόμενους στην παραλία. Σε αυτό συμβάλει τόσο η παρουσία των ανθρώπων στο φυσικό για τα έντομα περιβάλλον όσο και ότι οι λουόμενοι είναι κατά κανόνα πρακτικά χωρίς ρουχισμό στερώντας τους έτσι από ένα απλό μέτρο προστασίας από επιθέσεις εντόμων. Παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παρουσία εντόμων στην ακτή είναι η ύπαρξη οργανικής ύλης σε αποσύνθεση, υπολείμματα τροφίμων, στάσιμα ύδατα, λάστιχα αυτοκινήτων και η εποχή του χρόνου. Οι επιπτώσεις από το νύγμα ή το δήγμα του εντόμου εξαρτώνται από το είδος του εντόμου αλλά και την ηλικία και την ανοσολογική ευαισθησία του λουομένου.

Η φωσφολιπάση A, η υαλουρονιδάση, η μελιτίνη, το αντιγόνο 5, η σεροτονίνη και η ισταμίνη είναι μερικά από τα δηλητήρια των εντόμων.

Οι κλινικές εκδηλώσεις του νύγματος/δήγματος των εντόμων διακρίνονται σε τοπικές και συστηματικές. Οι τοπικές χαρακτηρίζονται από τη δημιουργία μιας ήπιας ερυθρότητας έως ενός οξέος, καυστικού πόνου, κνησμού, οίδηματος αλλά και απόφραξης αεραγωγών μετά τα δήγματα/νύγματα στη γλώσσα ή το φάρυγγα. Οι συστηματικές εκδηλώσεις χαρακτηρίζονται από διάχυτο κνησμό, κνίδωση, ερύθημα και γενικευμένο οίδημα. Σοβαρότερη εκδήλωση αποτελεί η αναφυλαξία που συνοδεύεται από οίδημα λάρυγγα, απόφραξη αεραγωγών, βρογχόσπασμο, δύσπνοια και υπόταση (Jerome, 2002).

Επιπρόσθετα, ελλοχεύει ο κίνδυνος για δευτερογενή επιμόλυνση σημείου νύγματος ή δήγματος, τόσο ως αποτέλεσμα της τοπικής νέκρωσης των ιστών όσο και της εκδοράς. Η λοίμωξη αυτή εκδηλώνεται ως κυτταρίτιδα, μολυσματικό κηρίον, θυλακίτιδα, δοθιήνωση ή και άλλες μορφές. Τα κλινικά συμπτώματα που κατευθύνουν προς τη διάγνωση της δευτερογενούς επιμόλυνσης είναι η επέκταση της ερυθρότητας και του οιδήματος, η τοπική λεμφαδενίτιδα και η λεμφαγγειίτιδα (Jerome, 2002).

Σοβαρότερα νοσήματα μπορούν να εκδηλωθούν ως αποτέλεσμα της επίθεσης από κουνούπια ή σκνίπες. Έτσι, τα κουνούπια του γένους *Anopheles* μπορούν να μεταδώσουν ελονοσία (*P. vivax*, *P. malariae*, *P. ovale*, *P. falciparum*) και το *Aedes aegypti* τον κίτρινο πυρετό. Τα κουνούπια *A. aegypti* και *A. albopictus* (κουνούπι τίγρης) μπορούν να μεταδώσουν το Δάγκειο πυρετό (*Togaviridae*), καθώς και τη φιλαρίαση (παρασίτωση) ή να προκαλέσουν εγκεφαλίτιδα. Να αναφερθεί ότι το κουνούπι *Ochlerotatus*

sollicitans (πολλά στελέχη *Aedes* ταξινομήθηκαν πρόσφατα στα *Ochlerotatus*) διαβιούν σε αλμυρά και υφάλμυρα ύδατα.

Παρομοίως, οι κρότνες μπορεί να προκαλέσουν τον αιμορραγικό πυρετό της Κριμαίας, τη νόσο του Lyme, τη νόσο των βραχωδών ορών, την τουλαραιμία, τη ερχιλίωση, τη μπαμπεσίωση, την εγκεφαλίτιδα κ.ά. (Jerome, 2002).

Οι σκορπιοί παρά το μέγεθος τους ταξινομούνται στα έντομα (αρθρόποδα). Εκ των 1400 ειδών που καταγράφονται παγκοσμίως στην Ελλάδα υπάρχουν μόνο δυο είδη. Από αυτά μόνο ένα είναι δυνητικά θανατηφόρο (*Buthus occitanus*). Το νύγμα του συνοδεύεται από τοπικά συμπτώματα όπως οίδημα, φλεγμονή, πόνο, υπερευαισθησία στο σημείο του νύγματος και από συστηματικές εκδηλώσεις, όπως χολινεργικές εκδηλώσεις (ναυτία, εμετός, εφιδρώσεις, σιελόρροια, βραδυκαρδία, υπόταση), αδρενεργικές (ταχυκαρδία, ταχύπνοια, υπέρταση), καρδιακή ανεπάρκεια, συμπτώματα από τις εγκεφαλικές συζυγίες (διπλωπία, δυσκαταποσία, δυσκολία στην ομιλία), σύγχυση, σπασμούς, καταπληξία και αναπνευστική ανεπάρκεια (Jerome, 2002).

3.10. Ζώα και άλλοι οργανισμοί (θαλάσσιοι και χερσαίοι)

Θαλάσσιοι οργανισμοί

Στο θαλάσσιο περιβάλλον διαβιούν πολλά μεγάλα ή μικρά είδη που μπορούν να αποβούν επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Οι ιπποπόταμοι, τα πιράνχας (*Piranhas*) και άλλα πολλά ζώα που διαβιούν σε υδάτινο περιβάλλον μπορεί να θεωρούνται επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Εντούτοις, διαβιούν αποκλειστικά και μόνο σε γλυκά ύδατα και κατ' επέκταση δεν αποτελούν κίνδυνο στις θαλάσσιες ακτές αναψυχής. Ακολουθεί μια περιγραφή των θαλάσσιων οργανισμών και ζώων που μπορεί να επηρεάσουν την υγεία των ανθρώπων.

3.10.1. Καρχαρίες

Οι καρχαρίες συναντώνται σε όλους τους ωκεανούς αλλά κυρίως ζούνε σε τροπικά και υποτροπικά ύδατα. Η πλειοψηφία τους δεν είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο. Στον άνθρωπο σπάνια επιτίθενται και συνήθως αυτό συμβαίνει όταν παρερμηνεύουν τον άνθρωπο με κάποιο φυσικό του θήραμα. Πολλές από τις αναφερόμενες επιθέσεις είναι απλά ένα μόνο δάγκωμα στα πλαίσια της γευστικής αναγνώρισης των θηραμάτων τους. Στα τροπικά ύδατα οι περισσότερες επιθέσεις συμβαίνουν αργά το βράδυ (Last & Stevens, 1994; WHO, 2003). Από τα είδη των καρχαριών υπεύθυνος για τις περισσότερες επιθέσεις στον άνθρωπο είναι ο λευκός καρχαρίας (*Carcharodon carcharias*) που συναντάτε σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη. Οι περισσότερες επιθέσεις έχουν αναφερθεί κοντά σε δέλτα, περιοχές που εκβάλλουν τα ποτάμια στη θάλασσα. Ο καρχαρίας τίγρης (*Galeocerdo cuvier*) συναντάτε σε τροπικά και υποτροπικά ύδατα και ευθύνεται για τις αμέσως περισσότερες επιθέσεις στον άνθρωπο μετά το μεγάλο λευκό καρχαρία. Ο καρχαρίας mako (*Isurus*

oxyrinchus) περιγράφεται ως ιδιαίτερα επιθετικός και επικίνδυνος όταν βρίσκεται πλησίον της ακτής. Ο σφυροκέφαλος καρχαρίας (*Sphyrna zygaena*) ζει μόνο στις ζεστές θάλασσες. Ο *Carcharhinus albimarginatus* ζει στον Ειρηνικό και τον Ινδικό ωκεανό και ο *Carcharhinus leucas* σε ζεστά ύδατα των ωκεανών ενίοτε δε συναντάτε στον Αμαζόνιο ή σε ποτάμια της Αυστραλίας και της νότιο-ανατολικής Αφρικής (*Halstead et al., 1990; WHO, 2003*). Στην Ελλάδα δεν υπάρχει δημοσιευμένο περιστατικό επίθεσης καρχαρία σε λουόμενο στην ακτή.

3.10.2. Barracudas

Τα barracuda (*Sphyrna barracuda*) είναι ευρύτατα διαδεδομένα στους τροπικούς ωκεανούς και τις ανοιχτές θάλασσες. Είναι εξαιρετικά λαίμαργα και φτάνουν μέχρι τα 1,8–2,4 μέτρα μήκος. Σπάνιες είναι οι καταγεγραμμένες επιθέσεις σε ανθρώπους (*WHO, 2003*).

3.10.3. Ζαργάνες (needlefish)

Ανευρίσκονται συχνά να κολυμπούν στην επιφάνεια της θάλασσας φτάνοντας σε μήκος τα 1,8 μέτρα. Υπάρχουν αναφορές για σοβαρούς τραυματισμούς ή ακόμη και θανάτους ψαράδων και δυτών που βρέθηκαν στην πορεία σμηγνών ζαργάνων (*Halstead et al., 1990; WHO, 2003*).

3.10.4. Ηλεκτροφόροι οργανισμοί

Στη βιβλιογραφία περιγράφονται 250 είδη ηλεκτροφόρων ψαριών, που διαθέτουν ειδικά όργανα που δημιουργούν ισχυρές ηλεκτρικές εκκενώσεις ικανές να εντοπίζουν και να εξουδετερώνουν το θήραμα τους. Η πλειοψηφία τους δεν παράγει ισχυρό ρεύμα με εξαίρεση δύο είδη: Το *Electrophorus electricus* είναι ένα ηλεκτροφόρο χέλι που ζει στα γλυκά ύδατα και παράγει ρεύμα τάσης ενίοτε άνω των 600 Volt, το οποίο είναι ικανό να σκοτώσει έναν ενήλικο άνθρωπο. Στο βυθό των θαλασσών ζούνε τα ηλεκτροφόρα ψάρια *Narcine* sp. και *Torpedo* sp., που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα έντασης έως και 220 Volts το οποίο αν και είναι ικανό να προκαλέσει σοβαρές σωματικές βλάβες, δεν έχουν καταγραφεί τέτοιες περιπτώσεις μετά τις επιθέσεις από αυτά (*WHO, 2003*).

3.10.5. Φώκιες και θαλάσσιοι λέοντες

Υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν είναι επιθετικά έναντι των ανθρώπων. Εξαίρεση αποτελεί η εποχή ζευγαρώματος όπου τείνουν να γίνονται επιθετικά έναντι οποιουδήποτε εισβολέα. Τα μόνα είδη που χρειάζονται προσοχή είναι τα *Zalophus californianus* στη βόρεια Αμερική και τα νησιά Γκαλάπαγκος και τα *Erignathus barbatus* στις παγωμένες ακτές της βόρειας Αμερικής και της Ευρασίας (*Halstead et al., 1990; WHO, 2003*).

3.10.6. Κροκόδειλοι

Κροκόδειλοι τυπικά συναντιούνται στις τροπικές περιοχές της Αφρικής, της Ασίας, ορισμένων νήσων του Ειρηνικού και την Αμερική. Είναι ιδιαίτερα επικίνδυνοι και μπορεί να προκαλέσουν το θάνατο στους ανθρώπους. Στα θαλασσινά ύδατα ανευρίσκεται το είδος *Crocodylus porosus* που ζει πλησίον των εκβολών των ποταμών στη θάλασσα, σε υφάλμυρα ύδατα και σπανιότερα στην ανοιχτή θάλασσα περιοχών της νότιο-ανατολικής Ασίας (*Halstead et al., 1990; WHO, 2003*). Ο κροκόδειλος του Νείλου ποταμού (*C. niloticus*) ενίοτε

συναντάτε και σε θαλασσινά ύδατα ή υφάλμυρα ύδατα. Οι αλιγάτορες ζούνε μόνο σε γλυκά ύδατα και κατ' επέκταση οι κολυμβητές στις θάλασσες δεν διατρέχουν κίνδυνο από αυτούς (Caras, 1976; WHO, 2003). Ο κίνδυνος αυτός για τους λουόμενους στην Ελλάδα είναι μηδενικός καθώς δεν απαντώνται κροκόδειλοι.

3.10.7. Θαλάσσια χέλια και σμέρνες

Στην πλειοψηφία τους δεν είναι επικίνδυνα παρά μόνο όταν προκαλούνται ή αισθάνονται απειλή. Δήγμα τους προκαλεί πληγή μικρής έκτασης αλλά με μεγάλο βάθος. Διαβιούν σε πετρώδεις ή κοραλλιογενείς περιοχές του βυθού όπου βρίσκουν καταφύγιο σε μικρές κοιλότητες, ρωγμές ή σπηλιές (WHO, 2003).

3.10.8. Δηλητηριώδη θαλάσσια ασπόνδυλα

Τα ασπόνδυλα που διαθέτουν κάποιο είδος δηλητηρίου ανήκουν σε ένα από τα παρακάτω φύλα: *Porifera* (λ.χ. σπόγγοι), *Cnidarians* (λ.χ. θαλάσσιες ανεμώνες, μέδουσες), *Mollusca* (λ.χ. θαλάσσια σαλιγκάρια και χταπόδια), *Annelida* (τριχοφόροι σκώληκες,) και *Echinodermata* (λ.χ. αχινοί και αστερίες). Τα συμπτώματα που προκαλούν μετά την επαφή με τον άνθρωπο κυμαίνονται ανάλογα με το είδος από έναν ήπιο ερεθισμό έως έναν επίμονο πόνο, καύσο, αιμωδίες, παράλυση, σπασμούς και σπανιότερα θάνατο. Ο θάνατος παρατηρείται μετά την επαφή με εξωτικά είδη, συνηθέστερα εξαιτίας της αναπνευστικής ανεπάρκειας που προκαλούν (WHO, 2003).

3.10.9. Γατόψαρο

Είδη του ανευρίσκεται σε όλα τα ύδατα. Διαθέτει δηλητηριώδη αγκάθια που νυγμός του δέρματος από αυτά (ακόμη και από τα νεκρά ψάρια) προκαλεί επώδυνες πληγές. (Halstead, 1988; WHO, 2003).

3.10.10. Σελάχια

Σελάχια συναντώνται στον Ατλαντικό, τον Ινδικό και τον Ειρηνικό ωκεανό και μερικά είδη συναντώνται και σε γλυκά ύδατα. Συνήθως ευρίσκονται θαμμένα στην άμμο της θάλασσας. Διαθέτουν δηλητηριώδεις άκανθες στον ουραίο μίσχο τους με τις οποίες μπορούν να τραυματίσουν κολυμβητές που εξ' αμελείας τα παρενοχλούν ή όταν αισθάνονται ότι απειλούνται. Όλα τα τραύματα που προκαλούν πρέπει να περιποιούνται με τη δέουσα προσοχή λόγω του μεγάλου κινδύνου επιμόλυνσης (WHO, 2003). Θάνατοι έχουν καταγραφεί μόνο από κάποια θαλάσσια είδη (Rathjen & Halstead, 1969; Fenner et al., 1989).

3.10.11. Πετρόψαρο (Stonefish)

Το πετρόψαρο συχνά θυμίζει βράχο ή κοραλλιογενή βράχο και διαθέτει άκανθες. Νύγμα από αυτά προκαλεί άμεσο πόνο που διαρκεί ακόμη και για ημέρες. Υπάρχουν ανεπιβεβαίωτες φήμες για θανάτους ανθρώπων από νύγμα πετρόψαρου (Williamson et al., 1996; WHO, 2003).

3.10.12. Δράκαινα (Weeverfish)

Έχουν μέγεθος μικρότερο από 4,5 εκατοστά και ανευρίσκονται θαμμένα στον αμμώδη βυθό των ρηχών υδάτων του Ατλαντικού και της Μεσογείου. Διαθέτουν δηλητηριώδεις ακανθώδεις απολήξεις τις οποίες από αμέλεια

πατούν οι κολυμβητές (*Halstead & Modglin, 1958; Russell & Emery, 1960; WHO, 2003*).

3.10.13. Σκορπίδια

Υπάρχουν περίπου 330 είδη σκορπιδίου και όλα διαθέτουν δηλητηριώδεις άκανθες, αν και όχι τόσο επικίνδυνες όσο αυτές του πετρόψαρου. Τα πιο δηλητηριώδη εξ' αυτών διαβιούν στα ύδατα του Ινδικού και του Ειρηνικού ωκεανού (*WHO, 2003*).

3.10.14. Surgeonfish

Τα Surgeonfish που ζούνε σε υφάλους, διαθέτουν ένα κινητό αγκάθι. Μεγάλα είδη όπως τα *Acanthurus achilles* και *Acanthurus coeruleus*, μπορεί να προκαλέσουν επώδυνες πληγές σε ανθρώπους (*Halstead et al., 1990; WHO, 2003*).

3.10.14. Θαλάσσια φίδια

Αναφέρονται περίπου 50 είδη θαλάσσιων φιδιών που ζούνε κοντά στις ακτές σε βραχώδη ή κοραλλιογενή βυθό. Παρόλο που όλα τα είδη χαρακτηρίζονται ως μη επιθετικά εντούτοις όταν απειληθούν μπορεί να επιτεθούν. Τα δηλητηριώδη είδη μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή βλάβη, εντούτοις έχει υπολογιστεί ότι είναι υπεύθυνα για έναν μόλις θάνατο ανά 150 χρόνια (*White, 1995; WHO, 2003*).

Χερσαία ζώα

Χερσαία ζώα μπορούν να παρατηρηθούν στην αμμουδιά της ακτής. Είναι δύσκολο να εκτιμηθεί ο κίνδυνος που συνιστούν για τη υγεία των λουομένων λόγω τόσο της απουσίας δεδομένων από τη βιβλιογραφία όσο και από τη μικρή συχνότητα εμφάνισης τους σε αυτή.

3.10.15. Φίδια

Εκτιμάται ότι συμβαίνουν 3.000.000 δήγματα ανά έτος στον κόσμο, εκ των οποίων το 18% από δηλητηριώδη φίδια που ευθύνονται για 150.000 θανάτους ανά έτος (75% στις Ινδίες). Στις ΗΠΑ, καταγράφονται 45.000 δήγματα φιδιών σε ανθρώπους ετησίως εκ των οποίων τα 8.000 από δηλητηριώδη φίδια που ευθύνονται για 9-15 θανάτους περίπου. Το 50% των θυμάτων είναι ηλικίας μικρότερης των 20 ετών. Στην Ελλάδα, καταγράφονται 100 δήγματα ετησίως, εντούτοις δεν υπάρχουν δεδομένα για πόσα από αυτά οφείλονται σε δηλητηριώδη φίδια ή το ποσοστό θνητότητας. Το δήγμα από οχιά προκαλεί τοπική καταστροφή των ιστών, αυξημένη διαπερατότητα, αιμόλυση, πόνο, προοδευτικό οίδημα, εκχυμώσεις, αιμορραγικές κύστες, αδυναμία, εφιδρώσεις, ναυτία, εμετούς, ταχυκαρδία, υπόταση, shock, εκδηλώσεις διάχυτης ενδαγγειακής πήξης (ΔΕΠ), αιμορραγίες ούλων, αιματέμεση, μέλαινα, αιματοουρία, αιμωδίες, εμβοές και νευρολογικά συμπτώματα. Τα φίδια συστηματικά αποφεύγουν τους ανθρώπους και επιτίθενται μόνο όταν προκαλούνται ή βρίσκονται σε άμυνα. Κίνδυνος υπάρχει για τους λουόμενους μόνο όταν η παραλία γεινιάζει με περιοχή που διαθέτει πλούσια και πυκνή

βλάβιση και χρειάζεται να τη διασχίσουν οι λουόμενοι κατά την προσέλευση ή απομάκρυνση τους από την ακτή. Ο κίνδυνος πρακτικά παραμένει μόνο θεωρητικός καθώς δεν υπάρχει καταγεγραμμένο περιστατικό επίθεσης φιδιού σε λουόμενο στην Ελλάδα.

3.10.16. Σκύλοι

Στην παραλία παρατηρούνται σχετικά συχνά σκύλοι. Στην πλειοψηφία πρόκειται για οικόσιτους σκύλους που ανήκουν σε άλλους λουόμενους και σπανιότερα πρόκειται για αδέσποτους σκύλους. Ο κίνδυνος από αυτούς είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί καθώς δεν υπάρχουν δεδομένα για δήγματα σκύλων σε λουόμενους, ούτε δεδομένα για το ποσοστό της φορείας των σκύλων στα διάφορα έντομα και παράσιτα. Οι πιο πιθανοί κίνδυνοι από την παρουσία των σκύλων στις ακτές προέρχονται από τη μόλυνση που προκαλούν εξαιτίας της αφόδευσης τους στο χώρο της παραλίας, υπολείμματα της οποίας συναντώνται ενίοτε κατά την επισκοπική επιθεώρηση της παραλίας.

3.10.17. Άλλα ζώα

Συχνότερα πτηνά καθώς και αίγες, πρόβατα και άλογα σπανιότερα, μπορούν ενίοτε να βρεθούν στην παραλία. Δυνητικός κίνδυνος προέρχεται μόνο από τα κόπρانا τους που μπορεί να επιμολύνουν εστιακά την παραλία.

3.11. Διάφοροι αισθητικοί παράγοντες

Στη διεθνή βιβλιογραφία οι αισθητικοί παράγοντες αναφέρονται ως μια επιπλέον παράμετρος που επηρεάζει τους ανθρώπους στην παραλία. Λόγω της ασάφειας του προσδιορισμού της έννοιας «αισθητικοί παράγοντες» και της πολυπλοκότητας της κατανόησης του μηχανισμού με τον οποίο επιδρούν, άλλοτε παραλείπονται να αναφέρονται από πολλά συγγράμματα ως παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία των ανθρώπων στις ακτές αναψυχής, ενώ άλλοτε απλώς αναφέρονται επιγραμματικά. Σύμφωνα με την ερμηνεία του Υπουργείου Υγείας και Ευζωίας του Καναδά (*Department of National Health and Welfare, Canada, 1992*) υπό την έννοια αισθητικές παράμετροι στα ύδατα αναψυχής, εννοείται η απουσία (επισκοπικά) επιπλεόντων υλικών, ορυκτελαίων, πίσσας, αφρού, δυσχρωμίας ύδατος, θολερότητας, κακοσμίας και η ύπαρξη ουσιών που οδηγούν σε ανεπιθύμητη θαλάσσια βλάστηση (*WHO, 2003*).

Η θολερότητα είναι μια κατάσταση που είναι ανεπιθύμητη στα ύδατα αναψυχής. Μειώνει τη διάθεση για κολύμβηση ενώ επιπρόσθετα δημιουργεί κινδύνους εξαιτίας της χαμηλής ορατότητας μέσα στο νερό. Παρομοίως το χρώμα των υδάτων, παρόλο που εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, την ποιοτική σύσταση του νερού της περιοχής και την εποχή, μπορεί να επηρεάσει τόσο τη θολερότητα όσο και τη διάθεση για κολύμβηση. Αλλαγή του χρώματος του νερού, συνοδευμένη ενίοτε και από μια δυσοσμία, παρατηρείται σε περιπτώσεις υπέρ-ανάπτυξης κυανοβακτηριδίων εξαιτίας του ευτροφισμού, γνωστών ως διανθίσεις (*blooms*) [*WHO, 2003*].

Η παρουσία ορυκτελαίων ή πίσσας αποτελεί παράγοντα ικανό να εξαφανίσει τη διάθεση για κολύμβηση στους περισσότερους ανθρώπους. Επιπρόσθετα, προκαλούν δυσοσμία, εμποδίζουν την ελεύθερη κολύμβηση και

συγχρόνως διαθέτουν μια μικρή τοξικότητα. Η παρουσία τους στην άμμο της ακτής πάντοτε αποτελεί πρόβλημα παρόλο που είναι δυνατός ο καθαρισμός της άμμου με απομάκρυνση τους (WHO, 2003).

Η παρουσία επιπλεόντων υλικών πέραν της αισθητικής, όταν διαθέτουν μεγάλο όγκο ή μάζα εμποδίζουν την ελεύθερη κολύμβηση, ενώ αναλόγως το είδος μπορεί να είναι δύσσομα και να αποτελούν τον χώρο συνάθροισης εντόμων (λχ. μεγάλες μάζες επιπλεόντων φυκιών).

Η παρουσία απορριμμάτων στην παραλία περιλαμβάνει κατά κανόνα μια τεράστια ποικιλία αντικειμένων, όπως για παράδειγμα γυάλινα ή πλαστικά μπουκάλια, σακούλες, κουτιά, ξύλα, σχοινιά, γόπες τσιγάρων, υπολείμματα οργανικής ύλης, χαρτιά, διάφορα μεταλλικά αντικείμενα, σύριγγες και πολλά άλλα. Αποτελούν μια από τις σημαντικότερες αίτιες τραυματισμού από νύσσοντα και τέμνοντα αντικείμενα στις ακτές. Παράλληλα τα υπολείμματα της οργανικής ύλης δημιουργούν δυσάρεστες οσμές λόγω της αποσύνθεσης τους και επιπλέον αποτελούν εστία μικροβιακής μόλυνσης ή σημείο προσέλκυσης διαφόρων εντόμων (WHO, 2003).

Η δυσοσμία στις ακτές σχετίζεται πάντοτε με την εισροή λυμάτων εντός του νερού, την παρουσία οργανικής ύλης σε αποσύνθεση, νεκρά ζώα ή ψάρια και την παρουσία ορυκτελαίων ή πίσσας.

Ο θόρυβος είναι μια κατάσταση που ερεθίζει ή εκνευρίζει πολλούς ανθρώπους και ειδικά τους λουόμενους που αναζητούν την πολυπόθητη ηρεμία κατά τη διάρκεια των διακοπών τους (Velimirovic, 1990). Πηγή του θορύβου μπορεί να είναι ένας κοντινός δρόμος, τα οχήματα ανωμάλου δρόμου που κινούνται επί της ακτής, τα σκάφη αναψυχής, η μουσική από ραδιόφωνα ή ηχεία, οι άλλοι λουόμενοι και οι αθλητικές δραστηριότητες (WHO, 2003).

3.12. Τα χημικά αίτια

Χημική μόλυνση των επιφανειακών υδάτων συμβαίνει εξαιτίας μόλυνσης από φυσικές ή συνηθέστερα από πηγές ανθρωπογενούς προέλευσης. Πρόκειται για σημειακή μόλυνση είτε εξαιτίας μιας φυσικής πηγής ή βιομηχανικών αποβλήτων είτε έκπλυσης υλικών από την ξηρά. Καθοριστικός παράγοντας στην έκταση της μόλυνσης είναι η αραίωση που υφίσταται ο χημικός μολυντής στο θαλασσινό νερό. Αυτό εξαρτάται από τις ειδικές τοπικές συνθήκες που επικρατούν στο σημείο της μόλυνσης με σημαντικότερο παράμετρο το ρυθμό ανανέωσης του νερού.

Το πρωταρχικό αποτέλεσμα μιας χημικής μόλυνσης είναι η αισθητική υποβάθμιση των υδάτων εξαιτίας της δυσάρεστης οσμής, της δυσχρωμίας και της παρουσίας αφρού που ενδεχομένως παρατηρούνται.

Η μεταβολή του pH του νερού αποτελεί μια παράμετρο που επηρεάζει την υγεία των ανθρώπων. Οι ακραίες χαμηλές ή υψηλές μεταβολές της τιμής του μπορεί να επιδράσουν στο δέρμα και τα μάτια. Ένας ήπιος ερεθισμός του δέρματος έχει συσχετιστεί με υψηλό pH, εξαρτώμενος όμως και από τη συγκέντρωση των ρυθμιστών διαλυμάτων στο νερό. Σε έρευνες παρατηρήθηκε πως σε ακραίες τιμές pH έως και 4,5 δε διαπιστώθηκαν δυσμενείς επιπτώσεις στους οφθαλμούς. Το διαλυμένο οξυγόνο εντός του νερού είναι μια χημική παράμετρος που δεν έχει άμεση επίδραση στον κολυμβητή, επηρεάζει όμως μια σειρά από βιολογικές παραμέτρους (κυρίως τα μικρόβια) και την χημική

οξειδωση διαφόρων μετάλλων (σιδήρου), που οδηγούν ενίοτε στο σχηματισμό δύσσοσμων χημικών ουσιών, σύνηθες φαινόμενο σε στάσιμα ύδατα.

Η χημική μόλυνση από ορυκτέλαια και πετρέλαιο ειδικά σε περιοχές με μεγάλη συχνότητα κυκλοφορίας μηχανοκίνητων θαλάσσιων σκαφών, πλησίον μεγάλων λιμανιών ή μιας ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης πρέπει να θεωρείται σχεδόν δεδομένη. Διάφοροι ρυπογόνοι παράγοντες (π.χ. πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες, σκόνες κ.ά.) μπορεί να προκαλέσουν στο δέρμα από ήπιο έως έντονο ερεθισμό, δερματίτιδα εξ' επαφής (συνοδευόμενη από ερύθημα και οίδημα), ουρτικάρια (κνίδωση), φωτοδερματίτιδα, ακμή, πορφύρα ή πολύμορφο εξάνθημα (*Moody and Chu, 1995*).

Συμπερασματικά, η χημική μόλυνση του θαλασσινού νερού οφείλεται κατά κανόνα σε ανθρωπογενή επίδραση, τα αποτελέσματα της οποίας εξαρτώνται κυρίως από το βαθμό και το ρυθμό αραίωσης του χημικού μολυντή. Ως προς τις άμεσες επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων αυτές περιορίζονται στο δέρμα και τους βλεννογόνους. Μεγαλύτερης έκτασης και συχνότητας είναι οι επιπτώσεις στην υγεία των λουομένων που παρατηρούνται από τις δευτερογενείς επιδράσεις της χημικής μόλυνσης, παρά από τα αποτελέσματα της άμεσης επίδρασης της ίδιας της χημικής ουσίας επί του σώματος. Τέτοιες δευτερογενείς επιδράσεις είναι για παράδειγμα οι ποσοτικές και ποιοτικές αλλαγές στη μικροβιολογία των υδάτων που οδηγούν σε υπερανάπτυξη κυανοφυκών και την εμφάνιση των διανθίσεων (blooms) (*WHO, 2003*).

3.13. Οι έμμεσοι παράγοντες (διαμόρφωση περιβάλλοντος και καιρικές συνθήκες)

Διάφοροι παράγοντες που διαμορφώνουν το περιβάλλον ή οι κατά τόπους καιρικές συνθήκες μιας περιοχής κολύμβησης, δημιουργούν εμμέσως κατάλληλες συνθήκες ώστε να επηρεάσουν ενδεχομένως την υγεία των λουομένων.

Κατά κανόνα πρόκειται για εκείνες τις παραμέτρους που διαμορφώνουν την ταυτότητα της περιοχής κολύμβησης (beach profile). Αυτή προσδιορίζεται από το υδροβιολογικό προφίλ της περιοχής (τα φυσικά, γεωγραφικά, υδρολογικά χαρακτηριστικά υδάτων κολύμβησης), τον εντοπισμό, την καταγραφή και την αξιολόγηση των ενδεχόμενων αιτιών ρύπανσης, τη δυνατότητα ανάπτυξης κυανοβακτηριδίων, τον κίνδυνο βραχυπρόθεσμης ρύπανσης (φύση, συχνότητα, διάρκεια ρύπανσης, αιτίες ρύπανσης), την ύπαρξη διαχειριστικού φορέα και τα διαχειριστικά μέτρα που έχει δυνατότητα να λάβει ο διαχειριστικός φορέας. Παραδείγματα τέτοιων παραγόντων αποτελεί η ύπαρξη εκβολής ενός ποταμού, πλησίον της περιοχής κολύμβησης, που φέρνει καθημερινά φερτά υλικά (συμπεριλαμβανομένου φερτού υλικού κοπρανώδους προέλευσης) από την περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού, η ύπαρξη θαλάσσιων ρευμάτων, η παρουσία βράχων πλησίον της ακτογραμμής κ.ά.. Η αξία αυτών των παραμέτρων έχει εκτιμηθεί τις τελευταίες δεκαετίες με αποτέλεσμα διάφοροι φορείς, να εισηγούνται τον προσδιορισμό τους στα πλαίσια της εκτίμησης των παραγόντων κινδύνου μιας περιοχής. Επιπρόσθετα, ο σαφής προσδιορισμός των παραπάνω παραμέτρων έχει ενσωματωθεί στις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών οδηγιών 2000/60/EK και 2006/7/EK.

Οι ειδικές κλιματολογικές συνθήκες (κυματισμός, θερμοκρασία, υγρασία, αέρας, βροχόπτωση) κάθε περιοχής πρακτικά ποτέ δεν παραμένουν σταθερές, καθώς υφίστανται αρκετές μεταβολές ακόμη και κατά τη διάρκεια της ίδιας ημέρας. Αυτές οι κλιματολογικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν την επιβίωση των μικροβίων στο νερό, την ποιότητα των υδάτων καθώς και τους υπόλοιπους κινδύνους που σχετίζονται με την κολύμβηση. Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα αναφέρεται ότι η παρουσία της βροχόπτωσης και του έντονου κυματισμού έχει συσχετιστεί με αυξημένες συγκεντρώσεις όλων των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης (WHO, 2000; Papastergiou et al., 2009).

3.14. Ο συγχρωτισμός πολλών ατόμων στην ακτή

Ο συγχρωτισμός (overcrowding) είναι η συνύπαρξη στον ίδιο χώρο πολλών ανθρώπων. Η βιβλιογραφία σήμερα υποστηρίζει την μετάδοση νοσημάτων από κολυμβητή σε κολυμβητή. Η στενή επαφή των λουομένων, ειδικά σε πολυπληθείς παραλίες, συμβάλλει στην εύκολη μετάδοση νοσημάτων προπαντός των αερομεταφερόμενων (λοιμώξεις αναπνευστικού). Μελέτες επιπλέον έχουν συσχετίσει την παρουσία πολλών ανθρώπων στα ύδατα αναψυχής με αυξημένες συγκεντρώσεις διαφόρων μικροβίων, όπως τους Εντεροκόκκους και *S. aureus*, στα ύδατα αναψυχής. Οι μικροοργανισμοί αυτοί εκπλύνονται κατά τη διάρκεια της κολύμβησης στο νερό από την επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος. Από ερευνητές τα τελευταία χρόνια προτείνεται ο *S. aureus* να χρησιμοποιείται ως μικροβιακός δείκτης έμμεσου υπολογισμού της πυκνότητας των κολυμβητών (Powell et al., 2008; Stewart et al. 2008)

3.15. Παράγοντες που σχετίζονται με το λουόμενο (Ανοσιακή κατάσταση)

Η ανοσολογική ανεπάρκεια ενός ανθρώπου διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη νοσηρότητα, ανεξάρτητα από το αν είναι κάποιος κολυμβητής ή όχι. Υπό την έννοια ανοσολογική ανεπάρκεια περιλαμβάνονται οι καταστάσεις εκείνες, στις οποίες ο οργανισμός αδυνατεί να αμυνθεί απέναντι στους μικροοργανισμούς ή τους βλαπτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος με αποτέλεσμα να νοσεί. Ανάλογα με την αιτία της ανοσοκαταστολής διακρίνονται η πρωτοπαθής και η δευτεροπαθής. Η πρωτοπαθής αφορά άτομα συνήθως με κληρονομικές διαταραχές όπως λ.χ. αγαμμασφαριναιμία Χ, ανεπάρκεια ανοσοσφαιρινών με IgM, σύνδρομο DiGeorgio, σύνδρομο Kartagener, σύνδρομο Wiskott-Aldrich, κληρονομικές διαταραχές συμπληρώματος κ.ά. Οι περιπτώσεις της δευτεροπαθούς ανοσολογικής ανεπάρκειας παρατηρούνται σε διάφορες ασθένειες όπως λευχαιμίες, λεμφώματα, AIDS, νεφρική ανεπάρκεια, σακχαρώδη διαβήτης, σε ασθενείς υπό χημειοθεραπεία, σε ασθενείς με μεταμόσχευση οργάνων, σε άτομα που υποβλήθηκαν σε σπληνεκτομή και σε άτομα που λαμβάνουν φάρμακα, όπως διάφορα αντιβιοτικά (λ.χ. τριμεθοπρίμη, φουσιδικό), ανασοκατασταλτικά (λ.χ. κορτικοειδή, κυκλοσπορίνη, αζαθειπρίνη, κυκλοφωσφαμίδη), κυτταροτοξικά και μυελοτοξικά. Το γήρας, υπό μια ευρύτερη

έννοια, χαρακτηρίζεται από μια έκπτωση της ανοσιακής κατάστασης αλλά σαφώς δε μπορεί να χαρακτηριστεί σαν παθολογική κατάσταση.

Αποτέλεσμα της ανοσοκαταστολής είναι τα άτομα αυτά να είναι πιο ευάλωτα απέναντι στις λοιμώξεις ή τους διαφόρους βλαπτικούς παράγοντες και κατά επέκταση να νοσούν πιο εύκολα σε σχέση με τους ανοσολογικά επαρκείς ανθρώπους.

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα υπάρχοντα δεδομένα, οι λουόμενοι στις ακτές αναψυχής διατρέχουν σαφέστατα κινδύνους για την υγεία τους. Η βαρύτητα των επιπτώσεων των κινδύνων αυτών στην υγεία των λουομένων κυμαίνεται συνηθέστερα από ήπια έως μέτρια. Σπανιότερα παρατηρούνται σοβαρότερες και μόνιμες βλάβες ή θάνατος. Μερικοί κίνδυνοι σχετίζονται σαφώς με την ποιότητα των υδάτων αναψυχής, η πλειοψηφία τους όμως σχετίζεται με αυτή καθ'αυτή την κολύμβηση, τη συμπεριφορά τους στους χώρους αναψυχής και τους εξωτερικούς κινδύνους που ελλοχεύουν λόγω της παρουσίας τους σε ένα φυσικό περιβάλλον. Η μεγάλη πλειοψηφία των κινδύνων αυτών μπορούν να αντιμετωπιστούν είτε με τα κατάλληλα μέτρα από το διαχειριστικό φορέα της ακτής ή το κράτος είτε με αλλαγή ή υιοθέτηση νέων συνηθειών και συμπεριφορών από τους λουόμενους. Ενδεικτικά, αναφέρονται η παρουσία ναυαγοσώστη, ο τακτικός έλεγχος ποιότητας των υδάτων, ο διαχωρισμός δραστηριοτήτων στο νερό, η εφαρμογή νομοθετικών μέτρων προστασίας της ποιότητας των υδάτων, η μη χρήση γυάλινων σκευών στις ακτές, η χρήση αντιηλιακής προστασίας καθώς και αποφυγή ριψοκίνδυνων συμπεριφορών από τους λουόμενους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Η μικροβιολογία των υδάτων αναψυχής

Οι υδρόβιοι οργανισμοί των υδάτινων συστημάτων παρουσιάζουν εξαιρετική ποικιλία και περιλαμβάνουν από μονοκύτταρους μικροοργανισμούς μέχρι τεράστια κητώδη είδη. Οι οργανισμοί στα υδρόβια οικοσυστήματα διακρίνονται σε αυτότροφους και ετερότροφους. Οι **αυτότροφοι** χρησιμοποιούν την ηλιακή ή τη χημική ενέργεια (απλές ανόργανες χημικές ουσίες) για τη δημιουργία συμπλόκων οργανικών μορίων και καλούνται παραγωγοί. Οι **ετερότροφοι** οργανισμοί χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας τις οργανικές ουσίες που παράγουν οι αυτότροφοι και ανόργανα υλικά για τη σύνθεση της βιομάζας του. Τέλος, υπάρχει και η κατηγορία των οργανισμών που καλούνται **αποικοδομητές** ή αποσυνθέτες (decomposers, reducers), που είναι μία υποομάδα των ετεροτρόφων οργανισμών (κυρίως βακτήρια και μύκητες). Αυτά διασπούν υλικά βιολογικής προέλευσης σε απλές ουσίες που τα χρησιμοποιούν με τη σειρά τους οι αυτότροφοι οργανισμοί.

Οι μικροοργανισμοί στα υδάτινα οικοσυστήματα μπορούν με τη σειρά τους να διακριθούν σε άλλες δυο μεγάλες κατηγορίες στους **ετερόχθονους** και τους **αυτόχθονους**. Οι ετερόχθονοι ή αλλόχθονοι είναι οι πιο σημαντικοί από πλευράς δημόσιας υγείας από τις δυο αναφερόμενες κατηγορίες. Πρόκειται για μικροοργανισμούς που δεν ανευρίσκονται υπό φυσιολογικές συνθήκες στα ύδατα αλλά μόνο έπειτα από κάποιο τυχαίο συμβάν ή ατύχημα. Αποτελούν την πλειοψηφία των παθογόνων για τον άνθρωπο μικροοργανισμών και συχνά είναι κοπρανώδους προέλευσης. Οι αυτόχθονοι μικροοργανισμοί αποτελούν την μείζουσα πλειοψηφία των μικροοργανισμών στα ύδατα και είναι μικροοργανισμοί που διαβιούν και πολλαπλασιάζονται στα ύδατα.

Το κεφάλαιο αυτό επικεντρώνεται στην επιβίωση, την εξάπλωση και την τελική “μοίρα” των παθογόνων για τον άνθρωπο ετερόχθονων μικροοργανισμών στα θαλασσινά ύδατα αλλά και τις ιδιαίτερες συνθήκες κάτω από τις οποίες οι αυτόχθονοι μικροοργανισμοί μπορούν να προκαλέσουν νοσήματα στους ανθρώπους. Η μεγάλη πλειοψηφία των αυτόχθονων μικροοργανισμών που υπάρχουν στα ύδατα δεν είναι παθογόνα για τον άνθρωπο αλλά επιπρόσθετα διαδραματίζουν σημαντικό οικολογικό ρόλο (Belkin & Colwell, 2005).

Η προέλευση των παθογόνων μικροοργανισμών είναι κατά κύριο λόγο τα ανθρώπινης προέλευσης λύματα. Η μόλυνση των υδάτων με παθογόνα μικρόβια μπορεί να γίνει από τα εκτρεφόμενα από τον άνθρωπο ζώα, τα ελεύθερα άγρια ζώα, τα ψάρια και τα θαλάσσια θηλαστικά αλλά και από τη βιομηχανική και τη γεωργική παραγωγή. Επίσης άλλη πηγή μόλυνσης αποτελούν σύμφωνα με νεότερες ενδείξεις οι ίδιοι οι κολυμβητές.

Το φυσικό υδάτινο περιβάλλον είναι ένα ξένο και αφιλόξενο περιβάλλον για τα περισσότερα ετερόχθονα παθογόνα. Ο αριθμός των λυματικών μικροοργανισμών που καταλήγει στο υδάτινο περιβάλλον μειώνεται σταθερά με το χρόνο. Για την περιγραφή του χρόνου επιβίωσης χρησιμοποιείται ο όρος T_{90} που είναι ο χρόνος (T) που απαιτείται για την εξουδετέρωση του 90% του αρχικού πληθυσμού των μικροοργανισμών (Μαυρίδου & Παπαετροπούλου, 1995).

Η επιβίωση των μικροοργανισμών εξαρτάται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (biotic and abiotic effects). Πρόκειται στην πράξη για φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες. Η μελέτη της επίδρασης των παραγόντων αυτών στην επιβίωση των μικροοργανισμών γίνεται με δυο πειραματικές προσεγγίσεις: την μέθοδο «in situ» και την μέθοδο του κουτιού (container).

Στη μέθοδο «in situ» γίνεται πειραματική εισροή ανιχνεύσιμου λύματος σε μη μολυσμένο φυσικό υδάτινο περιβάλλον. Με διαδοχικές μετρήσεις σε διάφορους χρόνους και πραγματικές περιβαλλοντικές συνθήκες μελετάται η επιβίωση των διαφόρων μικροοργανισμών. Το κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι πρόκειται για μια φυσική προσομοίωση των συνθηκών που επικρατούν στη φύση αλλά η μέθοδος μειονεκτεί στο ότι εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, είναι δαπανηρή λόγω της ανάγκης μεταφοράς εργαστηριακής υποδομής στο περιβάλλον και επιπλέον υπάρχει πίεση χρόνου καθώς το πείραμα εξελίσσεται. Στη μέθοδο του κουτιού (container) έχουμε μια δεξαμενή στην ξηρά συνήθως εντός ενός εργαστηρίου. Πρόκειται για ένα τεχνητό περιβάλλον προσομοίωσης των φυσικών συνθηκών που επικρατούν στο περιβάλλον. Προσφέρει μοναδικά πλεονεκτήματα όπως καλύτερο έλεγχο των διαφόρων μεμονωμένων παραμέτρων του περιβάλλοντος, έχει μικρότερο κόστος και επιπλέον το πείραμα μπορεί να επαναληφθεί προκειμένου να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματα (Berkin & Cowell, 2005).

Στους πίνακες που ακολουθούν αναφέρονται τα παθογόνα μικρόβια (βακτήρια, ιοί και παράσιτα) που ανευρίσκονται στα θαλάσσια ύδατα (Πίνακες 4.1, 4.2, 4.3).

Πίνακας 4.1. Τα παθογόνα βακτήρια (γένος και είδη) που παρατηρούνται σε θαλάσσιο περιβάλλον

Γένος	Είδος
<i>Acinetobacter</i>	<i>A. calcoaceticus</i> ,
<i>Aeromonas</i>	<i>A. hydrophila</i> , <i>A. caviae</i> , <i>A. sobria</i> ,
<i>Brucella</i>	<i>B. maris</i> ,
<i>Burkholderia</i>	<i>B. pseudomallei</i>
<i>Campylobacter</i>	<i>C. lari</i> , <i>C. jejuni</i> ,
<i>Clostridium</i>	<i>C. botulinum</i> , <i>C. perfringens</i>
<i>Edwardsiella</i>	<i>E. tarda</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>E. cloacae</i>
<i>Erysipelothrix</i>	<i>E. rhusiopathiae</i>
<i>Escherichia</i>	<i>E. coli</i>
<i>Franciella</i>	<i>F. philomiragia</i>
<i>Halomonas</i>	<i>H. verusta</i>
<i>Klebsiella</i>	<i>K. pneumoniae</i> , <i>K. oxytoca</i>
<i>Lactococcus</i>	<i>L. garviae</i>
<i>Legionella</i>	<i>L. pneumophila</i> , <i>L. bozemanii</i>
<i>Leptospira</i>	<i>L. interrogans</i>
<i>Listeria</i>	<i>L. monocytogenes</i>
<i>Morganella</i>	<i>M. morganii</i>
<i>Mycobacterium</i>	<i>M. tuberculosis</i> , <i>M. bovis</i> , <i>M. marinum</i> , <i>M. haemophilum</i>
<i>Photobacterium</i>	<i>P. damsela</i>
<i>Plesiomonas</i>	<i>P. shigelloides</i>
<i>Pseudomonas</i>	<i>P. aeruginosa</i>
<i>Rhodococcus</i>	<i>R. equi</i>
<i>Salmonella</i>	<i>S. enteritidis</i>
<i>Serratia</i>	<i>S. liquefaciens</i>
<i>Shewanella</i>	<i>S. putrefaciens</i> , <i>S. alga</i>
<i>Shigella</i>	<i>S. dysenteriae</i>
<i>Staphylococcus</i>	<i>S. aureus</i>
<i>Streptococcus</i>	<i>S. iniae</i>
<i>Vibrio</i>	<i>V. alginolyticus</i> , <i>V. carchariae</i> , <i>V. cholerae</i> O1, <i>V. cholerae</i> non-O1, <i>V. cincinnatiensis</i> , <i>V. fluvialis</i> , <i>V. furnissii</i> , <i>V. hollisae</i> , <i>V. metschnikovii</i> , <i>V. mimicus</i> , <i>V. parahaemolyticus</i> , <i>V. vulnificus</i>
<i>Yersinia</i>	<i>Y. enterocolitica</i>

πηγή: Belkin & Colwell, 2005, *Oceans and Health*, Springer

Πίνακας 4.2. Ιοί (γένος και είδη) που απομονώθηκαν σε θαλασσινό περιβάλλον (ύδατα και βυθός)

Ιός	Χώρα	Βιβλιογραφική αναφορά
Enteroviruses	Ιταλία	De Flora et al., 1975
Enteroviruses	ΗΠΑ	Goyal et al., 1979
Poliovirus, Echovirus	ΗΠΑ	Vaughn et al., 1979
Enteroviruses, Adenoviruses	Γαλλία	Hugues et al., 1980
Enteroviruses	Ισπανία	Finance et al., 1980
Enteroviruses	ΗΠΑ	Schaiberger et al., 1982
Enteroviruses	Ισραήλ	Fattal et al., 1983
Enteroviruses	ΗΠΑ	Rao et al., 1984
Poliovirus, Echovirus	Ισπανία	Lucena et al., 1985
Rotaviruses	ΗΠΑ	Rao et al., 1986a
Enteroviruses	Ισπανία	Bosch et al., 1988a
Enteroviruses, Rotaviruses	Ισπανία	Jofre et al., 1989
Rotaviruses, Hepatitis A virus	Ισπανία	Bosch & Pinto, 1992
Enteroviruses, Rotaviruses, Hepatitis A virus	Γαλλία	Le Guyader et al., 1994

Πηγή: Belkin & Colwell, 2005, *Oceans and Health*, Springer

Πίνακας 4.3. Παράσιτα που απομονώθηκαν σε θαλασσινό περιβάλλον

Φύλλο	Γένος
<i>Sarcomastigofora</i>	<i>Giardia</i>
<i>Aplicomplexa</i>	<i>Toxoplasma</i>
	<i>Cryptosporidium</i>
	<i>Plasmodium</i>
	<i>Isospora</i>

Πηγή: Belkin & Colwell, 2005, *Oceans and Health*, Springer

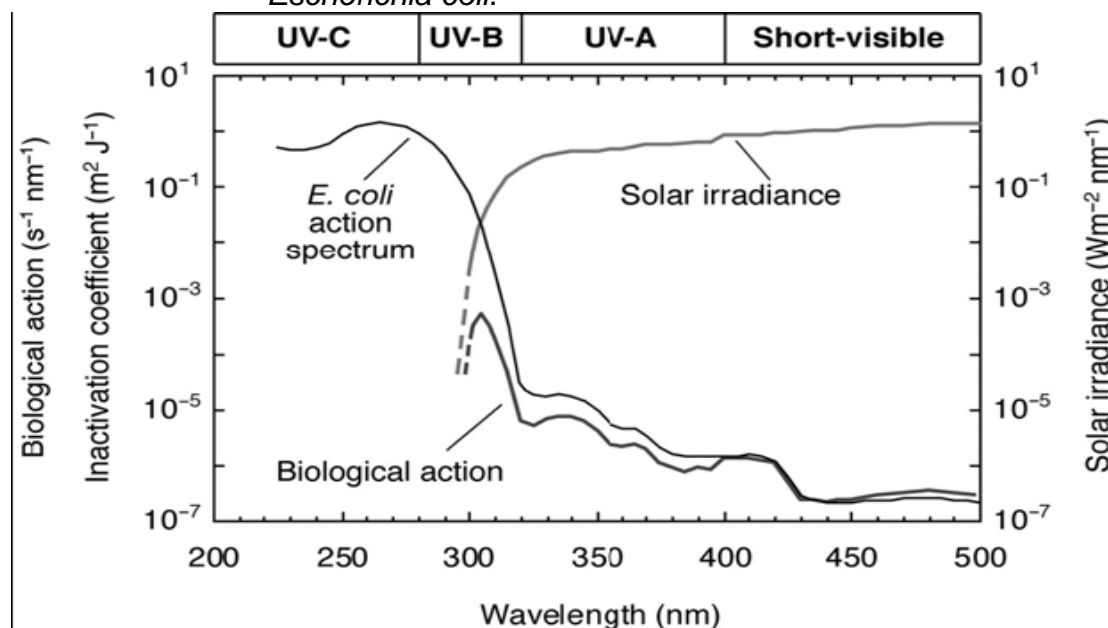
4.1 Αρχές επιβίωσης των βακτηριδίων στο υδάτινο περιβάλλον αναψυχής

Η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία του νερού, το pH, η αλμυρότητα, η υδροστατική πίεση, το στάδιο ανάπτυξης του μικροβίου, το τροφικό περιβάλλον, η αλληλεπίδραση με στερεά, η παρουσία μικροοργανισμών-θηρευτών, οι βακτηριοφάγοι και η μοριακή τους διάσταση αποτελούν σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση των βακτηριδίων στο υδάτινο περιβάλλον.

4.1.1. Ηλιακή ακτινοβολία

Από το έτος 1877 (*Downes & Blunt*) ήταν ήδη γνωστό ότι το ηλιακό φως επιδρά στα βακτήρια. Το ιδανικό μήκος κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας για την ανάπτυξη των μικρόβιων είναι στα 250-290nm. Το πιο επιβλαβές μήκος κύματος της ακτινοβολίας είναι στα 300-320nm δηλαδή στο φάσμα UV-B (Εικόνα 4.1).

Εικόνα 4.1. Επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιβίωση της *Escherichia coli*.



Από *Sinton et al. (1994), Applied and Environmental Microbiology*

Οι βλάβες από την ηλιακή ακτινοβολία στα βακτήρια είναι η «άμεση» και η «φωτοβιολογική» (photobiological). Στην **άμεση βλάβη**, η ηλιακή ακτινοβολία προκαλεί βλάβη στο ενζυμικό σύστημα και την κυτταρική μεμβράνη. Στη **φωτοβιολογική** (photobiological) βλάβη, η ηλιακή ακτινοβολία προκαλεί βλάβη στο γενετικό υλικό (DNA) που έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή διαφόρων

φωτοπροϊόντων (cyclobutane pyrimidine dimer, pyrimidine pyrimidone) προκαλώντας δομικές διαταραχές της διπλής έλικας του DNA. Αποτέλεσμα αυτών είναι η αναστολή του αντιγραφικού και του μεταγραφικού μηχανισμού του βακτηριδίου.

Τα βακτήρια όμως διαθέτουν διάφορους μηχανισμούς επιδιόρθωσης των βλαβών ηλιακής ακτινοβολίας που τους δίνει τη δυνατότητα να επιβιώσουν έστω και με κάποιες βλάβες στο γενετικό τους υλικό. Τέτοιος είναι ο μηχανισμός της «**Φωτοεπαναενεργοποίησης**» (photoreactivation) όπου παρατηρείται η ενεργοποίηση του ενζύμου φωτολυάση (300-500nm) με αποτέλεσμα την επιδιόρθωση των διμερών βάσεων. Ένας άλλος μηχανισμός είναι «**η σκοτεινή επιδιόρθωση της απόκοψης**» (Dark-excision repair) που επιδρά στη θυμίνη, αφαιρεί τις καταστραμμένες βάσεις και συμπληρώνει τα κενά του DNA. Πρόκειται για μηχανισμό επείγουσας επιδιόρθωσης (SOS repair). Χάρη σε αυτούς τους μηχανισμούς το βακτήριο κατορθώνει να επιβιώσει αλλά με βλάβες στο γενετικό του υλικό (Belkin & Colwell, 2005).

Στα διάφορα είδη βακτηρίων παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στο αποτέλεσμα της επίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτές εξαρτώνται από τη σύσταση του βακτηριακού κυτταρικού τοιχώματος αλλά και τον ειδικό μηχανισμό επιδιόρθωσης που διαθέτει κάθε μικροβιακό είδος. Παράδειγμα αποτελεί η μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και κατ' επέκταση και ο χρόνος επιβίωσης του εντερόκοκκου σε σχέση με το κολοβακτηρίδιο στην άμεση επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

4.1.2. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του υδάτινου περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη αυτής που θεωρείται ιδανική για τα παθογόνα (37°C). Αξίωμα είναι ότι οι υψηλές θερμοκρασίες είναι επιβλαβείς για τα μικρόβια εξαιτίας της επιτάχυνσης του μεταβολισμού στο ολιγοτροφικό υδάτινο περιβάλλον. Αντίθετα, οι χαμηλές θερμοκρασίες παρατείνουν την επιβίωση των μικροβίων (Belkin & Colwell, 2005).

4.1.3. pH

Το pH του θαλασσινού νερού κυμαίνεται από 7,5 έως 8,5 και εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την πίεση και τη φωτοσύνθεση. Γενικά, δεν επηρεάζει αξιολογικά την επιβίωση των βακτηρίων. Ιδανικό pH για την *E.coli* θεωρείται το εύρος 7-8. Τιμές pH>8.0 μπορεί να οδηγήσουν στην αδρανοποίηση κάποιων βακτηριδίων (Belkin & Colwell, 2005).

4.1.4. Αλατότητα (αλμυρότητα)

Η αλατότητα του θαλασσινού νερού είναι 3,5%. Τα βακτήρια όμως ανθίστανται της οσμωτικής πίεσης μέσω διαφόρων ρυθμιστών όσμωσης (osmoregulators) όπως είναι τα ιόντα K⁺, glutamate, glycine-betaine, trehalose. Η παρουσία οργανική ύλης δρα προστατευτικά έναντι της οσμωτικής πίεσης. Τα εντεροβακτηριακά επηρεάζονται από την οσμωτική πίεση. Εντούτοις,

παρατηρούνται διαφορές στα διάφορα είδη μικροβίων (*Belkin & Colwell, 2005*). Ο γενικός κανόνας που ισχύει είναι ότι η επιβίωση των βακτηρίων στα γλυκά ύδατα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα θαλασσινά (*Πίνακας 4.4.*).

Πίνακας 4.4. Επιβίωση (T_{90}) της *E.coli* και του Εντερόκοκκου στα θαλασσινά και γλυκά ύδατα

Μικροβιακός δείκτης	Ημέρες εξουδετέρωσης ⁽¹⁾		Βιβλιογραφική αναφορά
	Γλυκό ύδατα	Θαλασσινά ύδατα	
<i>E.coli</i>	3,9 ⁽²⁾	0,8 ⁽²⁾	
	6,3	-	Bitton et al., 1983
	2,7	-	McFeters & Stuart, 1974
	3,1	-	Keswich et al., 1982
	4,6	0,8	Hanes & Fragala, 1967
Εντερόκοκκος		0,7	Omura et al., 1982
	4,4 ⁽²⁾	2,5 ⁽²⁾	
	34,7	-	Bitton et al., 1983
	4,2	-	McFeters & Stuart, 1974
	4,5	-	Keswich et al., 1982
	3,0	2,4	Hanes & Fragala, 1967
		2,6	Omura et al., 1982

⁽¹⁾. Ο χρόνος T_{90} σε ημέρες ⁽²⁾. Διάμεσες τιμές

Πηγή: μεταφρασμένο από το *Practical Guide to the Design and Implementation of Assessments and Monitoring Programmes, 2000 WHO*.

4.1.5. Υδροστατική πίεση

Η υδροστατική πίεση στο θαλασσινό νερό έχει μεγάλο εύρος που κυμαίνεται από 1-1.000 ατμόσφαιρες (atm). Η πίεση στην επιφάνεια είναι μια ατμόσφαιρα και αυξάνει κατά μια ατμόσφαιρα για κάθε 10 μέτρα βάθος. Σε υδροστατική πίεση 100 atm σταματά η πρωτεϊνοσύνθεση της *E.coli*. Υδροστατική πίεση >500-600 atm θανατώνει κάποια παθογόνα βακτήρια του εντέρου. Τα μικρόβια σπάνια εκτίθενται σε τόσο υψηλές πιέσεις ειδικά αν αναλογιστεί κανείς ότι τα λύματα εκβάλλουν κοντά στην επιφάνεια και είναι ελαφρύτερα από το θαλασσινό νερό (*Belkin & Colwell, 2005*).

4.1.6. Ιστορικό ανάπτυξης και φάση ανάπτυξης του μικροβίου

Η προηγούμενη ανάπτυξη του μικροβίου επηρεάζει την επιβίωση του. Το κολοβακτηρίδιο για παράδειγμα, που έχει αναπτυχθεί υπό αναερόβιες συνθήκες αν βρεθεί στη συνέχεια στο υδάτινο περιβάλλον αδρανοποιείται γρηγορότερα σε σχέση με αυτό που αναπτύχθηκε υπό αερόβιες συνθήκες. Επίσης η φάση ανάπτυξης (πρόφαση, μετάφαση, ανάφαση, τελόφαση,

αδρανής) του μικροβίου πριν βρεθεί στο υδάτινο περιβάλλον επηρεάζει την επιβίωση του. Η πιθανότερη ερμηνεία είναι ότι σε ένα ειδικό περιβάλλον ανάπτυξης το ενζυμικό και πρωτεϊνικό σύστημα του βακτηρίου είναι προσανατολισμένο προς αυτό το ειδικό περιβάλλον και η προσαρμογή του στη συνέχεια σε ένα ολιγοτροφικό και αφιλόξενο υδατικό περιβάλλον απαιτεί περισσότερη ενέργεια που η κατανάλωση της ελαττώνει τα αποθέματα και βραχύνει το χρόνο επιβίωσης (*Belkin & Colwell, 2005*)

4.1.7. Τροφικό περιβάλλον

Τα φυσικά ύδατα χαρακτηρίζονται από χαμηλά επίπεδα θρεπτικών ουσιών. Πρόκειται για ένα ολιγοτροφικό περιβάλλον σε σχέση με τις ιδανικές συνθήκες που επικρατούν στον εντερικό σωλήνα όπου αναπτύσσονται τα περισσότερα παθογόνα μικρόβια. Το υδάτινο περιβάλλον επηρεάζει διαφορετικά τα αυτόχθονα βακτήρια, μιας και το νερό είναι για αυτά το φυσικό τους περιβάλλον, και διαφορετικά τα ετερόχθονα βακτήρια όπου για αυτά είναι ένα πτωχό-ολιγοτροφικό περιβάλλον. Ευνοϊκότερο περιβάλλον είναι ένα περιβάλλον πλούσιο σε οργανική και ανόργανη ύλη, όπως τα λύματα (*Belkin & Colwell, 2005*).

4.1.8. Αλληλεπίδραση στερεού – βακτηρίου και θολερότητας

Η παρουσία οργανικής ύλης εσωτερικά εντός της ιλύος, του βυθού ή της άμμου αυξάνει την επιβίωση των βακτηρίων. Η παρουσία λυμάτων ή διαλυτής οργανικής ύλης αυξάνει την επιβίωση τους, λόγω του ότι προσφέρει αυξημένη προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία. Στο ίδιο πλαίσιο εντάσσεται και η θολερότητα του νερού που προσφέρει προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αυξημένη επιβίωση των βακτηρίων, που έχει παρατηρηθεί σε περιπτώσεις υψηλού κυματισμού στις ακτές όπου προκαλεί έντονη ανάδευση της άμμου των ακτογραμμών και θολερότητα (*Belkin & Colwell, 2005; Papastergiou et al, 2009*).

4.1.9. Χημικά

Η παρουσία χημικών ή τοξικών ουσιών στα ύδατα επηρεάζει δυσμενώς την επιβίωση των μικροβίων. Μελέτες έχουν καταδείξει την αρνητική επίδραση της πίσσας ή των προϊόντων της στην επιβίωση των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης (*Papastergiou et al, 2009*). Γενικά όμως, η αραίωση που υφίστανται οι περισσότερες χημικές ή τοξικές ουσίες στο νερό αποδυναμώνει πρακτικά την επίδραση τους στα μικρόβια. Συνήθως, η επίδραση τους είναι ισχυρή μόνο τοπικά στα σημεία έκχυσης των ουσιών αυτών στο νερό.

4.1.10. Θηρευτές: Τα βακτήρια ως θήραμα (τροφή)

Στη φύση υπάρχουν και βακτήρια-θηρευτές που τρέφονται από άλλα βακτήρια. Χαρακτηριστικός εκπρόσωπος τους είναι το μυξοβακτηρίδιο (*myxobacteria*) *Daptobacter* spp. Συνήθως, τα βακτήρια-θηρευτές παράγουν αντιβιοτικά που προκαλούν ενζυμική λύση άλλων κυττάρων. Παράδειγμα αποτελούν και τα *bdellovibrios* που εξειδικεύονται στο να θανατώνουν gram(-) βακτήρια. Άλλα παραδείγματα είναι μεγαλύτεροι μονοκύτταροι οργανισμοί και διάφορα παράσιτα (*heterotropic nanoglagellates*, *sacrodines*, *ciliates*) αλλά και πολυκύτταροι οργανισμοί όπως το ζωοπλαγκτόν (*Cladocera*, *bivalves*) [Belkin & Colwell, 2005].

4.1.11. Βακτηριοφάγοι

Η παρουσία μεγάλων αριθμών βακτηριοφάγων (ιοί των βακτηριδίων) είναι τεκμηριωμένη στα ύδατα αναψυχής. Υποστηρίζεται μάλιστα ότι συμβάλλουν στην ελάττωση του αριθμού των βακτηρίων. Εντούτοις, προκαλεί προβληματισμό ότι δεν έχει παρατηρηθεί πολλαπλασιασμός των βακτηριοφάγων στο θαλασσινό περιβάλλον (Belkin & Colwell, 2005).

4.1.12. Η μοριακή διάσταση της επιβίωσης

Τα γονίδια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επιβίωση των μικροβίων, ιδιαίτερα στα μεταλλαγμένα στελέχη (πχ. *E.coli*). Βρέθηκε πληθώρα μεταλλάξεων στην *E.coli*, όμως σημαντικές για την επιβίωση της φαίνεται να είναι μόνο έξι: *groS*, *otsA*, *relA*, *spoT*, *ompC*, *ompF*. Η παρουσία της μετάλλαξης *groS* σχετίζεται με τη μετάφραση αρκετών σημαντικών για την επιβίωση της γονιδίων. Η μετάλλαξη του συγκεκριμένου γονιδίου έχει παρατηρηθεί ότι σχετίζεται με ελαττωμένη επιβίωση του βακτηρίου στο νερό (Belkin & Colwell, 2005).

4.1.13. Συμπέρασμα

Υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των διάφορων παραγόντων στην επιβίωση των βακτηριδίων στα ύδατα. Η βαρύτητα της επίδρασης αυτών των παραγόντων ποικίλει ανάλογα με το περιβάλλον. Έτσι, στα ρηχά και διάφανα ύδατα όπου κολυμπούν οι λουόμενοι ο κύριος μηχανισμός αδρανοποίησης των βακτηρίων είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Σε γενικές γραμμές μπορεί να θεωρηθεί ότι η ηλιακή ακτινοβολία και η θερμοκρασία αποτελούν τους κυρίους μηχανισμούς αδρανοποίησης των μικροβίων. Εντούτοις, παρατηρούνται διαφορές στην επιβίωση ανάμεσα στα διάφορα είδη παθογόνων μικροβίων.

4.2. Αρχές επιβίωσης των ιών στο υδάτινο περιβάλλον αναψυχής

Η γνώση για την επιβίωση των ιών στο υδάτινο περιβάλλον είναι ελλιπής. Η πλειοψηφία των γνώσεων μας σχετικά με τους παράγοντες που επιδρούν στην επιβίωση των ιών προέρχεται από μελέτες πάνω στους εντερικούς ιούς. Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των σημαντικότερων παραμέτρων που επηρεάζουν την επιβίωση των ιών και οι μηχανισμοί τους.

4.2.1. Η θερμοκρασία

Αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα για την επιβίωση των ιών. Οι εντερικοί ιοί είναι κατά κανόνα πιο θερμοανθεκτικοί σε σχέση με τα βακτήρια. Σαν γενική αρχή μπορεί να ειπωθεί ότι οι ιοί επιβιώνουν πιο καλά σε χαμηλές θερμοκρασίες από ό,τι σε υψηλές. Οι συνηθέστερες βλάβες που υφίστανται εξαιτίας της θερμοκρασίας είναι οι μετουσιώσεις και οι αλλοιώσεις των πρωτεϊνών ή των βάσεων (*Belkin & Colwell, 2005*). Σε χαμηλές θερμοκρασίες επιβραδύνουν το μεταβολισμό τους και υφίστανται μορφολογικές αλλαγές που τους καθιστούν πιο ανθεκτικούς στις χαμηλές θερμοκρασίες και τους άλλους βλαπτικούς παράγοντες.

4.2.2. Η ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία έχει αρνητική επίδραση στην επιβίωση των ιών. Μήκη κύματος <320nm (UV-B) έχουν την ισχυρότερη ιοκτόνο δράση. Η ηλιακή ακτινοβολία δρα ακόμη και στα θολά ύδατα μέχρι βάθους 2,5 μέτρων. Οι DNA-ιοί είναι πιο ανθεκτικοί στην ηλιακή ακτινοβολία από τους RNA-ιούς. Οι βλάβες από την ηλιακή ακτινοβολία είναι διαταραχές στη δομή του ιϊκού καψιδίου ή λύση της συνέχειας της αλληλουχίας των νουκλεϊκών οξέων του γενετικού υλικού (*Belkin & Colwell, 2005*).

4.2.3. Τα βαρέα μέταλλα

Τα βαρέα μέταλλα, όπως το νικέλιο (Ni), ο χαλκός (Cu), ο ψευδάργυρος (Zn) και ο άργυρος (Ag) είναι γνωστά για τις αντιικές τους ιδιότητες. Όμως, η επίδραση των βαρέων μετάλλων είναι ασήμαντη στο θαλασσινό υδάτινο περιβάλλον λόγω των πολύ χαμηλών συγκεντρώσεων που παρατηρούνται στα ύδατα με μόνη ίσως εξαίρεση τα σημεία όπου εκβάλλουν απευθείας βιομηχανικά λύματα με υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων (*Belkin & Colwell, 2005*).

4.2.4. Αλατότητα (αλμυρότητα)

Σα γενική αρχή θεωρείται ότι παρατηρείται μεγαλύτερη ικανότητα επιβίωσης των ιών στο θαλασσινό νερό σε σχέση με το γλυκό, παρόλο που παρατηρούνται κάποιες εξαιρέσεις για ορισμένους ιούς. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την επιβίωση των βακτηρίων στο νερό όπου η αλατότητα επιδρά αρνητικά στην επιβίωση τους. Η επιστημονική ερμηνεία του φαινομένου είναι ότι η παρουσία των αλάτων προκαλεί σταθεροποίηση του καψιδίου του ιού και αυτό δρα θερμοπροστατευτικά. Στον παρακάτω πίνακα 4.5. αναγράφεται ο μέσος χρόνος επιβίωσης, όπου επιτυγχάνεται μείωση του αριθμού των εντεροϊών κατά τρεις λογαρίθμους, σε ποταμίσιο (γλυκό) και σε θαλασσινό νερό (Belkin & Colwell, 2005).

Πίνακας 4.5. Η επιβίωση των εντεροϊών σε ποταμίσιο (γλυκό) και σε θαλασσινό νερό

Ιός	Επιβίωση των ιών (σε ημέρες) ¹	
	ποταμίσιο νερό	θαλασσινό νερό
Polio I	15	8
Polio II	8	8
Polio III	8	8
ECHO 6	8	15
Coxsackie	2	2

¹ Μέγιστος αριθμός ημερών που απαιτούνται για τη μείωση του πληθυσμού των ιών κατά 3 λογαρίθμους

Πηγή: Μεταφρασμένο από τους Cioglia and Loddo, 1962

4.2.5. Αλληλεπίδραση στερεών υλικών και ιών

Η παρουσία πηλού ή αιωρούμενων σωματιδίων και θολερότητας στο νερό εξασφαλίζει μεγαλύτερη επιβίωση των ιών. Η παρουσία τους προσφέρει προστατευτική δράση από την ακτινοβολία και δράση ενζύμων στην καψιδική επιφάνεια του ιού. Με παρόμοιο τρόπο, η παρουσία λυμάτων ή διαλυτής οργανικής ύλης συμβάλει επίσης στην αυξημένη επιβίωση τους (Belkin & Colwell, 2005).

4.2.6. pH, υδροστατική πίεση, χημικά

Το pH των υδάτων, που κυμαίνεται περίπου σε ένα εύρος 5-9 για τα γλυκά και 7.5-8.5 για τα θαλασσινά ύδατα, δεν επηρεάζει την πλειοψηφία των ιών. Υδροστατική πίεση >450 MPa για 5 λεπτά αδρανοποιεί τους εντερικούς ιούς. Οι εντερικοί ιοί αδρανοποιούνται επίσης παρουσία αμμωνίας (Belkin & Colwell, 2005).

4.2.7. Διάφοροι μικροοργανισμοί

Η αυτόχθονη μικροχλωρίδα και η μακροχλωρίδα των υδάτων επιδρά αρνητικά στην επιβίωση των ιών, συνήθως μέσω παραγωγής διαφόρων αντιϊκών παραγόντων. Η δράση αυτών των μικροοργανισμών χαρακτηρίζεται συνήθως από υψηλή εκλεκτικότητα ως προς τους ιούς που επηρεάζουν. Χαρακτηριστικά παραδείγματα μικροχλωρίδας (microflora) αποτελούν τα *Δονάκια marinus*, οι *Μοραξέλλες*, οι σπόγγοι, τα φύκια και οι μύκητες (Belkin & Colwell, 2005).

4.2.8. Συμπεράσματα

Η θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση των ιών στο υδάτινο περιβάλλον. Καθοριστικότερος παράγοντας όμως είναι και η θερμοκρασία. Ακολουθούν το ηλιακό φως και διάφοροι αυτόχθονοι μικροοργανισμοί (microflora). Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να αδρανοποιήσει το $\frac{1}{4}$ - $\frac{2}{3}$ των ιών μέσα στο νερό. Εντούτοις, πρέπει να τονιστεί ότι παρατηρούνται ενίοτε μεγάλες διαφορές επιβίωσης ανάμεσα στα διάφορα είδη των ιών.

4.3. Αρχές επιβίωσης των πρωτόζωων (παρασίτων) στο υδάτινο περιβάλλον αναψυχής

Πρόκειται για μονοκύτταρους ευκαρυωτικούς οργανισμούς που ανήκουν στα φύλα *Sacromastigofora* (λ.χ. αμοιβάδες, *Giardia*), *Microspora* και *Apicomplexa* (λ.χ. *Toxoplasma*, *Cryptosporidium*, *Plasmodium*, *Isospora*).

Πολλά πρωτόζωα, ειδικά αυτά που παρασιτούν στο έντερο, διαθέτουν δυο μορφές, μια μορφή ανάπτυξης και αναπαραγωγής, κατά την οποία έχουμε έντονη μεταβολική δραστηριότητα του οργανισμού, αύξηση του μεγέθους τους και τελικά διχοτόμηση και πολλαπλασιασμό τους. Η μορφή αυτή είναι η βλαστική μορφή ή τροφοζωΐτης. Η άλλη μορφή κατά την οποία οι βιολογικές λειτουργίες θρέψης, αύξησης και αναπαραγωγής καταστέλλονται, ενώ ισχυροποιείται η μεμβράνη του κυττάρου και καθίσταται ανθεκτική σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η μορφή αυτή είναι γνωστή σαν κυστική μορφή ή κύστη. Η μορφή αυτή αντέχει στην ξηρασία, την υγρασία, τη θερμοκρασία και την έλλειψη θρεπτικών υλών για μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι την είσοδο σε νέο ξενιστή οπότε μεταπίπτει στο τροφικό στάδιο (Μπαμιονιτάκης, 1991).

Αναλυτικά περιγράφονται παρακάτω οι σημαντικότερες παράμετροι που επηρεάζουν την επιβίωση των πρωτοζώων και οι μηχανισμοί τους.

4.3.1. Η θερμοκρασία, το ηλιακό φως και η αλατότητα

Το ηλιακό φως (ηλιακή ακτινοβολία) επιδρά αρνητικά στην επιβίωση των πρωτόζων, όπως επίσης και η αλατότητα του νερού (αλμυρότητα). Η εποχή του χρόνου (θερμοκρασία) επηρεάζει την επιβίωση τους με βάση την αρχή ότι όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος τόσο υψηλότερη είναι η διάρκεια επιβίωσης τους στο νερό (*Johnson et al., 1997; Belkin & Colwell, 2005*).

4.3.2. Επιβίωση διάφορων πρωτόζων

Βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την επιβίωση των παρασίτων υπάρχουν μόνο για μερικά παθογόνα πρωτόζωα.

Για τη *Giardia muris* στα γλυκά ύδατα αναφέρεται επιβίωση έως και 56-84 ώρες το χειμώνα και 56 ώρες την άνοιξη. Στο θαλασσινό νερό, αναφέρεται επιβίωση έως και 77 ώρες σε σκοτεινό περιβάλλον (*Belkin & Colwell, 2005*).

Για το *Cryptosporidium parvum* (κύστεις) υπάρχουν αναφορές που αναφέρουν έως και μια εξάμηνη μέση επιβίωση στο νερό. Εντούτοις, πιο αναλυτικά δεδομένα, τοποθετούν την επιβίωση του *Cryptosporidium* στα θαλασσινά ύδατα στις 40 ημέρες σε θερμοκρασία 18°C και έως 12 μήνες σε θερμοκρασία 8°C (*Tamburrini & Pozio, 1999; ; Belkin & Colwell, 2005*). Συγκριτικά να αναφέρουμε ότι, σε ξηρές συνθήκες εντός 2 ωρών πεθαίνει το 97% αυτών, ενώ σε 4 ώρες το 100% (*Robertson et al. 1996; Anderson, 1986; Belkin & Colwell, 2005*).

Οι κύστεις του *Toxoplasma gondii* επιβιώνουν στα θαλασσινά ύδατα σε θερμοκρασία 4°C ή σε θερμοκρασία δωματίου για 28 ημέρες περίπου (*Belkin & Colwell, 2005*).

4.3.3. Συμπεράσματα

Οι κύστεις των πρωτόζων παρουσιάζουν εκπληκτική δυναμική επιβίωσης στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η ηλιακή ακτινοβολία και η θερμοκρασία αποτελούν τους πιο επιβλαβείς φυσικούς παράγοντες που βραχύνουν την επιβίωση τους στα θαλασσινά ύδατα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Δείκτες μόλυνσης των υδάτων

Οι δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στην παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού αλλά και των υδάτων αναψυχής. Η συστηματική μέτρηση τους αποτελεί ακόμα και σήμερα τη ραχοκοκαλιά ενός οποιουδήποτε συστήματος ελέγχου και παρακολούθησης ενός υδάτινου περιβάλλοντος ανεξάρτητα από το εάν πρόκειται για πόσιμο νερό ή ύδατα αναψυχής.

Το έτος 1891 οι ερευνητές Percy και Grace Frankland είχαν πρώτοι την σύλληψη να προσδιορίσουν μικροοργανισμούς χαρακτηριστικούς στα λύματα προκειμένου να δίνουν ενδείξεις για επικίνδυνα για την δημόσια υγεία υγρά απόβλητα (*Hutchinson & Ridgway 1977*).

Οι μικροβιακοί δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης υποδεικνύουν μόλυνση των υδάτων με υλικό κοπρανώδους προέλευσης. Στην πλειοψηφία τους οι δείκτες αυτοί αποτελούν μέρος της φυσικής χλωρίδας του εντέρου του ανθρώπου ή/και ζώων και παρά την παρουσία τους ανάμεσα στα παθογόνα μικρόβια, αναλογικά οι περισσότεροι από αυτούς δεν είναι. Η ανίχνευση τους, στην πλειοψηφία συνήθως, δεν παρουσιάζει κάποια ιδιαίτερη τεχνική πρόκληση, δεν απαιτεί ιδιαίτερα εξειδικευμένο προσωπικό, είναι τυποποιημένη και οικονομική. Οι μικροβιακοί δείκτες μόλυνσης παρουσιάζουν μεγάλα πλεονεκτήματα αλλά συγχρόνως εμφανίζουν και ορισμένα σοβαρά μειονεκτήματα. Το μεγαλύτερο και σοβαρότερο ίσως μειονέκτημα της μέτρησης των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης είναι ότι δεν πρόκειται κατά κανόνα για το παθογόνο αίτιο που προκαλεί μια νόσο στον άνθρωπο (για παράδειγμα κατάποση νερού με *Εντερόκοκκο* δεν προκαλεί γαστρεντερίτιδα). Άλλο μειονέκτημα τους είναι ότι οι συνήθεις τεχνικές και πρακτικές απομόνωσης τους απαιτούν χρόνο για το τελικό εργαστηριακό αποτέλεσμα, ενίοτε περισσότερο από 48 ώρες. Στην πραγματικότητα, κάθε αποτέλεσμα προσδιορισμού ενός μικροβιολογικού δείκτη μόλυνσης δείχνει την ποιότητα του νερού την ημέρα της δειγματοληψίας και όχι την ημέρα έκδοσης του αποτελέσματος με την οποία πλέον δε σχετίζεται ποσοτικά και ποιοτικά (*Leecaster and Weisberg, 2001; Boehm et al. 2002; the EMPACT beaches project, 2005*). Η ύπαρξη εργαστηριακών μεθόδων ταχείας ανίχνευσης (π.χ. real time PCR) προσφέρουν εν μέρει λύση στο θέμα του χρόνου όμως διαθέτουν μειονεκτήματα που δε μπορούν να αγνοηθούν. Οι τεχνικές ταχείας ανίχνευσης ανεβάζουν αισθητά το κόστος της εξέτασης, απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό και κατ' επέκταση δεν προσφέρονται ως εξέταση ρουτίνας παρά μόνο σε εξαιρετικές περιστάσεις ή ειδικές περιπτώσεις όπως λόγου χάρη σε περίπτωση επιδημιολογικής διερεύνησης μιας υδατογενούς επιδημίας.

Είναι γεγονός ότι, ακόμη και στην περίπτωση που ένας άνθρωπος επιμολυνθεί και νοσήσει από ένα παθογόνο μικρόβιο (π.χ. *Σαλμονέλλα*) θα εξακολουθεί να αποβάλλει στα κόπρανα του εκατομμύρια φορές περισσότερα μικρόβια-δείκτες παρά το ίδιο το παθογόνο. Το τελευταίο αποτελεί την βασική και γενεσιουργό ιδέα της αναζήτησης των δεικτών κοπρανώδους μόλυνσης στα ύδατα και όχι των παθογόνων. Εάν λόγου χάρη, σε ένα δείγμα ύδατος βρεθούν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις μικροβιακών δεικτών κοπρανώδους μόλυνσης,

τότε είναι εύκολα κατανοητό ότι η συγκέντρωση των παθογόνων θα είναι εκατομμύρια φορές μικρότερη ή ακόμη και μηδενική.

Η ανίχνευση των δεικτών μόλυνσης γίνεται συνήθως μέσω των καλλιεργειών τους σε θρεπτικά υλικά, με χρήση βιοχημικών μεθόδων ενώ τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται επιπρόσθετα διάφορες μέθοδοι μοριακής βιολογίας (π.χ. PCR).

5.1. Παραδοσιακοί μικροβιακοί δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης

Οι παραδοσιακοί μικροβιακοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης για τα θαλασσινά ύδατα είναι τα ολικά κολοβακτηροειδή (total coliforms), τα κολοβακτηροειδή κοπρανώδους προέλευσης (faecal coliforms), το κολοβακτηρίδιο (*E.coli*) και οι κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι/ Εντερόκοκκοι (f. *Streptococci*/ *Enterococci*). Η χρήση τους ως δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης είναι κατοχυρωμένη παγκοσμίως και επί πολλά έτη χρησιμοποιούνται καθημερινά πλέον στα πλαίσια του ελέγχου ρουτίνας της ποιότητας των υδάτων. Η ανίχνευση τους, όπως έχει τονιστεί, δεν παρουσιάζει σήμερα κάποια ιδιαίτερη τεχνική πρόκληση, δεν απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό, είναι πλήρως τυποποιημένη και οικονομική.

5.1.1. Τα ολικά κολοβακτηροειδή (total coliforms).

Πρόκειται για ομάδα βακτηρίων που ανήκουν στην οικογένεια των *Enterobacteriaceae* και σχετίζονται με κόπρανα. Διαθέτουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- είναι Gram (-), μη σπορογόνοι βάκιλλοι
- αναπτύσσονται παρουσία αλάτων χολής
- είναι οξειδάση αρνητικοί
- πολλαπλασιάζονται στους 37°C
- ζυμώνουν τη λακτόζη στους 35-37°C (διαθέτουν το ένζυμο β-γαλακτοσιδάση) με παραγωγή οξέος, αερίου και αλδεΐδης σε 24-48 ώρες.

Στην ομάδα των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliforms) ανήκουν τα γένη των *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*. Επιπλέον, σε αυτήν ανήκουν και άλλα μικρόβια που ζυμώνουν τη λακτόζη όπως τα *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii* που ανευρίσκονται στα κόπρανα αλλά και στο περιβάλλον συμπεριλαμβανομένου και του νερού. Ακόμα, περιλαμβάνονται και άλλα γένη όπως τα *Budvicia* και *Rahnella* που ουδέποτε ανευρίσκονται στα κόπρανα των θηλαστικών. Η παρουσία, στην ομάδα των ολικών κολοβακτηροειδών, μικροβίων που διαβιούν φυσιολογικά στο περιβάλλον και το νερό δίνει τη δυνατότητα να επιδειχτεί μια μικρή ανοχή για την περίπτωση της παρουσία της συγκεκριμένης κατηγορίας μικροβίων στο νερό μιας, και η παρουσία τους δεν υποδηλώνει απαραίτητα την ύπαρξη κοπρανώδους μόλυνσης των υδάτων.

5.1.2. Τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή ή κολοβακτηροειδή κοπρανώδους προέλευσης (faecal coliforms)

Ο τίτλος κολοβακτηροειδή κοπρανώδους προέλευσης (faecal coliforms) δεν είναι ο πλέον δόκιμος για να περιγράψει αυτήν την ομάδα των μικροβίων. Ορθότερος είναι ο τίτλος θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή (thermotolerant coliforms). Στην ομάδα αυτήν ανήκουν μικρόβια της ομάδας των ολικών κολοβακτηροειδών που διαθέτουν επιπλέον την ικανότητα να ζυμώνουν τη λακτόζη στη θερμοκρασία των 44-45°C. Εμπεριέχουν τα γένη των *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* και *Citrobacter*. Από αυτά μόνο η *E.coli* θεωρείται υπεύθυνη για την παρουσία κοπρανώδους μόλυνσης από ανθρώπους, άλλα θηλαστικά και πτηνά.

Η ανίχνευση μικροβίων αυτής της ομάδας στο νερό είναι ένας αρκετά αξιόπιστος δείκτης που πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπόψη για την παρουσία κοπρανώδους μόλυνσης αλλά οπωσδήποτε λιγότερο αξιόπιστος από τον προσδιορισμό της *E.coli*.

5.1.3. Το Κολοβακτηρίδιο (*E.coli*)

Το κολοβακτηρίδιο (*Escherichia coli*) είναι μέλος της προαναφερόμενης οικογένειας των Enterobacteriaceae. Χαρακτηρίζεται ως ένα Gram αρνητικό βακτήριο που διαθέτει τα ένζυμα της β-γαλακτοσιδάσης και β-γλυκοουρινάσης. Στην πλειοψηφία τους είναι βακτήρια θερμόφιλα και έχουν τη δυνατότητα να αναπτύσσονται και στη θερμοκρασία των 44-45°C. Ζυμώνουν τη λακτόζη και τη μανιτόλη με παραγωγή οξέος και αερίου. Δεν παράγουν οξειδάση ούτε υδrolύουν την ουρία (Παπαπαναγιώτου, 2004). Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, η παρουσία τους είναι πάντοτε δεδομένη στα κόπρανα και μάλιστα σε συγκέντρωση έως και 10⁹ μικρόβια ανά γραμμάριο κοπράνων. Σπάνια, αναφέρονται περιπτώσεις όπου παρατηρήθηκε να πολλαπλασιάζεται στο περιβάλλον, συγκεκριμένα μόνο σε τροπικά κλίματα (Fujioka et al., 1999).

Η παρουσία της *E.coli* στο νερό υποδηλώνει σχεδόν με βεβαιότητα την είσοδο κοπρανώδους υλικού σε αυτό. Χρήσιμο και επιθυμητό χαρακτηριστικό για χρήση του μικροβίου αυτού ως δείκτη μόλυνσης είναι ο σχετικά βραχύς χρόνος ζωής στο περιβάλλον αλλά και η υψηλή ευαισθησία του στην χλωρίωση και τα άλλα απολυμαντικά. Εντούτοις, λόγω αυτής της ιδιότητας του η απουσία του από τα ύδατα δεν αποκλείει πλήρως την παρουσία άλλων παθογόνων ιών ή παρασίτων που είναι πιο ανθεκτικά στη χλωρίωση. Εν κατακλείδι, η *E.coli* είναι ένας σημαντικός και πολύ χρήσιμος δείκτης πρόσφατης κοπρανώδους μόλυνσης.

Ο ορισμός για την *E.coli* έχει διαφοροποιηθεί από το 1998 σε σχέση με τον ορισμό που ίσχυε τα προηγούμενα χρόνια. Σήμερα, υπάρχουν ακριβείς ορισμοί από διεθνείς οργανισμούς πιστοποίησης (ISO) που ορίζουν ακριβώς τι είναι *E.coli* (Πίνακας 5.1).

Πίνακας 5.1. Ορισμοί ISO για την *E.coli*

ISO 9308-1:1990	Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή που παράγουν αέριο από τη διάσπαση της λακτόζης (και μανιτόλης) καθώς και ινδόλη από τρυπτοφάνη εντός 24 h, είτε στους 44±/ 0.25°C είτε στους 44,5 ±/ 0.25°C.
ISO 9308-3 1998	β-D-glucuronidase θετικοί μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται σε θερμοκρασία 44°C εντός υγρού θρεπτικού υλικού που περιέχει 4-methylumbelliferyl-b-D-glucuronide (MUG)

5.1.4. Οι κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι/ Εντερόκοκκοι (Faecal Streptococci/ Enterococci)

Πρόκειται για ωοειδείς ή σφαιρικούς κόκκους, θετικούς στη χρώση Gram. Δε σχηματίζουν σπόρους ούτε διαθέτουν βλεφαρίδες (Παπαπαναγιώτου, 2004). Διαθέτουν λιποτειχοϊκό οξύ, αντιγόνο της ομάδας D κατά Lancefield. Αναπτύσσονται σε pH 9.6, θερμοκρασίες από 10 έως 45°C και περιεκτικότητα 6.5% NaCl. Τα περισσότερα είδη ανθίστανται σε θερμοκρασία 60°C για 30 λεπτά και διαθέτουν την ικανότητα να διασπούν μπλε του μεθυλενίου (methylene blue) 0.1%. Εναλλακτικά, οι Εντερόκοκκοι μπορούν να απομονωθούν λόγω της ικανότητας τους να αναπτύσσονται αερόβια στους 44±0.5°C και να υδρολύουν την 4-methylumbelliferyl-D-glucoside (MUD) παρουσία αλάτων/εστέρα οξικού θαλίου (thallium acetate), ναλιδόξικού οξέος (nalidixic acid) και του 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride (TTC), σε ειδικό εκλεκτικό καλλιεργητικό θρεπτικό υλικό (ISO 7899-1: 1998).

Η ομάδα των κοπρανωδών Στρεπτοκόκκων αποτελείται από την ομάδα των Εντερόκοκκων και την ομάδα των μη εντερόκοκκων που περιλαμβάνει τους *S.bovis* και *S.equinus*. Η ομάδα των Εντεροκόκκων στα μέσα της δεκαετίας του 1980 αποσπάστηκε από τους Στρεπτόκοκκους της ομάδας D και σήμερα ταξινομούνται ως χωριστό γένος. Η ομάδα των Εντεροκόκκων περιλαμβάνει τους *E.faecalis*, *E.faecium* που αποτελούν τα συχνότερα είδη που απομονώνονται σε λοιμώξεις στον άνθρωπο (80-90% και 10-15%, αντίστοιχα), και τους *E.avium*, *E.casseliflanus*, *E.cerorum*, *E.durans*, *E.gallinarum*, *E.hirae*, *E.raffinosis*, *E.malodoratus*, *E.dispar*, *E.mundli* που παρατηρούνται πολύ σπάνια στον άνθρωπο. Πριν την εκτεταμένη χρήση γενετικών τεχνικών για την ταξινόμηση οι Εντερόκοκκοι διαχωρίζονταν από τους Στρεπτόκοκκους από την ικανότητα τους να αναπτύσσονται σε θερμοκρασία 10 και 45°C, παρουσία 6,5% αλάτων NaCl, pH 9.6 και υδρολύοντας την εσκουλίνη παρουσία χολής 40% παράγοντας την pyrolidonyl arylamidase (PYR). Οι Εντερόκοκκοι ανευρίσκονται πάντα στα κόπρανα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων και αποτελούν μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας τους (Koneman's, 2006).

Οι κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι (Εντερόκοκκοι) είναι πιο ανθεκτικοί στις περιβαλλοντικές συνθήκες και τη χλωρίωση σε σχέση με την *E.coli*. Έχει αποδειχτεί ασφαλέστερος δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης στα θαλασσινά ύδατα και τα γλυκά ύδατα στα θερμά ή τροπικά κλίματα.

Ο λόγος των συγκεντρώσεων στο νερό των θερμοανθεκτικών κολοβακτηριοειδών (faecal coliforms) προς τους κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκους (faecal Streptococci) είχε προταθεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για την ανεύρεση της πηγής προέλευσης της μόλυνσης (ανθρώπινη ή ζωική). Εάν ο λόγος είναι μεγαλύτερος από τέσσερα (4) αυτό θεωρείται ενδεικτικό για ανθρώπινης προέλευσης κοπρανώδη μόλυνση ενώ εάν ο λόγος είναι χαμηλότερος του 0,7 τότε αυτό θεωρείται ενδεικτικό για ζωικής προέλευσης κοπρανώδη μόλυνση. Σήμερα, η χρήση του συγκεκριμένου δείκτη αμφισβητείται λόγω της διαφορετικής διάρκειας επιβίωσης των διάφορων ειδών της ομάδας των Στρεπτοκόκκων στο θαλασσινό νερό και δε συστήνεται η χρήση του (Eaton et al, 2005).

Η παρουσία των Εντεροκόκκων στο νερό υποδηλώνει σαφώς την παρουσία κοπρανώδους μόλυνσης. Η μέτρηση των Εντεροκόκκων αποδίδει τα μέγιστα σε συνδυασμό με τον προσδιορισμό της *E.coli* στο νερό που αποτελούν έναν ιδανικό συνδυασμό στα πλαίσια των μετρήσεων ποιότητας των υδάτων.

5.2. Άλλοι μικροβιακοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης

Πέραν των παραδοσιακών (κλασικών) μικροβιακών δεικτών κοπρανώδους μόλυνσης που αναφέρθηκαν παραπάνω, διάφορα μικρόβια (βακτήρια, ιοί, παράσιτα) χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση της παρουσίας κοπρανώδους υλικού εντός των υδάτων ή ως δείκτες εκτίμησης της ποιότητας των υδάτων. Αυτοί οι δείκτες, περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω:

5.2.1. Τα Θειοαναγωγικά κλωστηρίδια (Sulphite reducing clostridia SRC)

Πρόκειται για μικρόβια Gram θετικά, σπορογόνα, μη κινητά, αυστηρώς αναερόβια βακτήρια που διασπούν τα θειώδη άλατα (sulphite) σε H_2S . Τα κλωστηρίδια είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στο περιβάλλον (οι σπόροι τους αντέχουν σε βρασμό επί μια ώρα) και δεν πολλαπλασιάζονται στο υδάτινο περιβάλλον (Davies et al., 1995). Όλα τα θειοαναγωγικά κλωστηρίδια στο νερό δε θεωρούνται καλοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης στο νερό, με εξαίρεση το Κλωστηρίδιο το διαθλαστικό (*C.perfringens*) που αποτελεί τον πλέον κατάλληλο δείκτη μόλυνσης αυτής της ομάδας (Bonde, 1963). Το Κλωστηρίδιο το διαθλαστικό (*Clostridium perfringens*) επιπρόσθετα, διασπά τη λακτόζη (lactose), τη σουκρόζη (sucrose) και την ινοσιτόλη (inositol) με παραγωγή αερίου. Παράγει λεκιθινάση (lecithinase, μια α-τοξίνη) και φωσφατάση, διασπά τα νιτρώδη, υδρολύει τη ζελατίνη (Παπαπαναγιώτου, 2004).

Το Κλωστηρίδιο το διαθλαστικό ανευρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στα κόπρανα των ανθρώπων σε συγκεντρώσεις έως και $4,8 \times 10^5$ cfu/γραμμάριο κοπράνων (Sorensen et al., 1989). Ανευρίσκεται πάντοτε στα λύματα. Επιπρόσθετα, είναι σχετικά σπάνιο ή απόν στα κόπρανα των περισσότερων θερμόαιμων ζώων, ανευρίσκεται όμως σε υψηλές συγκεντρώσεις στα κόπρανα

σκύλων και χοίρων. Το Κλωστηρίδιο το διαθλαστικό, όπως και όλα τα κλωστηρίδια, είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στο περιβάλλον. Η ανίχνευση του, απουσίας της *E.coli* και των εντεροκόκκων υποδεικνύει παλιά ρύπανση. Λόγω της ανθεκτικότητας τους στο περιβάλλον χρησιμοποιούνται ως δείκτες παρουσίας ιών και πρωτοζώων στα ύδατα και ειδικά του *Cryptosporidium parvum* (Payment and Franco, 1993; Ferguson et al., 1996). Είναι παθογόνο και απαιτεί προσοχή στον χειρισμό καθώς προκαλεί τροφικές δηλητηριάσεις και επιμολύνει πληγές.

5.2.2 Τα *Bifidobacteria*

Πρόκειται για υποχρεωτικώς αναερόβιους, ασπορογόνους, μη κινητούς Gram θετικούς βακίλους. Η ομάδα περιλαμβάνει περισσότερα από 30 είδη. Εμφανίζουν μεγάλη πολυμορφία στο μέγεθος και το σχήμα. Είναι καταλάση αρνητικά και ζυμώνουν τη λακτόζη με εξαίρεση τα είδη *B. asteroides*, *B. indicum* και *B. coryneforme*. Αποτελούν μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας του στόματος και του εντέρου των ανθρώπων και άλλων θερμόαιμων ζώων και ανευρίσκονται πάντοτε σε μεγάλους αριθμούς στα κόπρανα τους (Koneman's, 2006).

5.2.3. Οι εντερικοί ιοί

Οι εντερικοί ιοί, που έλαβαν την ονομασία αυτή γιατί ευρίσκονται στον εντερικό σωλήνα, απομονώνονται από τα κόπρανα. Στην ομάδα αυτήν ανήκουν οι οικογένειες των Adenoviridae (στελέχη Αδενοϊών 3, 7, 40, 41) των Caliciviridae (Νοροϊοί, astroviruses, caliciviruses) των Picornaviridae (ιοί της πολιομυελίτιδας, Coxsackie, ECHO, Εντεροϊοί, ιός της ηπατίτιδας Α) και των Reoviridae (reoviruses και rotaviruses).

Μεταδίδονται στον άνθρωπο κυρίως μέσω της κοπρανοστοματικής οδού αλλά και μέσω σταγονιδίων από άνθρωπο σε άνθρωπο. Προκαλούν αναπνευστικές λοιμώξεις, γαστρεντερίτιδες, ηπατίτιδα, μυοκαρδίτιδα και μηνιγγίτιδα. Στο μεγαλύτερο ποσοστό των υδατογενών επιδημιών όπου δεν απομονώνεται μικροβιακό αίτιο πιθανολογείται ότι οφείλεται σε ιό. Ανευρίσκονται στα ύδατα ακόμη και όταν δεν ανιχνεύονται βακτηριακοί δείκτες μόλυνσης λόγω της μεγαλύτερης διάρκειας επιβίωσης τους σε σχέση με τα βακτήρια. Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό πλεονεκτήματα έναντι των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης. Οι δυσκολίες που υπήρχαν τις προηγούμενες δεκαετίες στις μεθόδους ανίχνευσης τους και οι μεγάλοι όγκοι υδάτων που απαιτούνται να διηθηθούν μέσω ειδικών φίλτρων, έχουν ξεπεραστεί σήμερα με τη χρήση μοριακών τεχνικών ανίχνευσης τους. Επιπρόσθετα, το υψηλό κόστος των εξετάσεων έχει σήμερα μετριαστεί, ενώ οι νεότερες μέθοδοι προσφέρουν την ταυτόχρονη αναζήτηση πολλών ιών στο ίδιο δείγμα νερού. Μείζον μειονέκτημα όμως εξακολουθεί να παραμένει η απουσία μιας αποδεκτής διεθνούς προτυποποιημένης μεθόδου της διαδικασίας δειγματοληψίας και απομόνωσης τους που εκτιμάται ότι θα δημιουργηθεί εντός των επομένων ετών. Επιπρόσθετο μειονέκτημα είναι ότι όλες οι μέθοδοι απομόνωσης τους απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό. Εν κατακλείδι, το μέλλον των εντερικών

ιών ως δείκτες μόλυνσης των υδάτων διαφαίνεται πολλά υποσχόμενο (Griffin *et al.*, 2003).

5.2.4. Οι Βακτηριοφάγοι (φάγοι)

Πρόκειται για ιούς που προσβάλλουν βακτήρια και είναι πάντοτε παρόντες στο περιβάλλον. Ορισμένες ομάδες φάγων, κυρίως οι κολιφάγοι (Coliphages) και οι φάγοι του *Bacteroides* spp. χρησιμοποιούνται ως δείκτες επιμόλυνσης των υδάτων κυρίως από εντεροϊούς αλλά και ως δείκτες της αποτελεσματικότητας των μονάδων επεξεργασίας.

Οι κολιφάγοι (coliphages) χωρίζονται σε δύο ομάδες: τους σωματικούς κολιφάγους (Somatic coliphages) και τους F-specific RNA coliphages. Οι σωματικοί κολιφάγοι που εισέρχονται στην *E.coli* μέσω του κυτταρικού τοιχώματος, περιλαμβάνουν κυρίως σφαιρικούς φάγους της οικογένειας των Microviridae. Οι F-specific RNA coliphages εισέρχονται στα κολοβακτηρίδια μέσω του φυλετικού τους οργάνου (F factor). Γενικά, οι φάγοι είναι ανθεκτικότεροι των άλλων ιών στην επίδραση των εξωτερικών παραγόντων. Συνήθως παραμένουν ζωντανοί επί μήνες σε θρεπτικό ζωμό, είναι ανθεκτικοί στη γλυκερίνη, την αιθυλική αλκοόλη και τις χαμηλές θερμοκρασίες. Ανθίστανται στη δράση των κυανιούχων και φθοριούχων αλάτων. Καταστρέφονται όμως από τις υπεριώδεις ακτίνες καθώς και σε θερμοκρασίες άνω των 70°C και αδρανοποιούνται ταχέως από τα αλογόνα και το υπεροξείδιο του υδρογόνου.

Οι βακτηριοφάγοι του Κλωστηρίδιου του διαθλαστικού ανήκουν στην οικογένεια των Siphonviridae (dsDNA, μέγεθος καψιδίου 60 nm). Οι φάγοι αυτοί στρέφονται ενάντια στο *B. fragilis* HSP40 και παρόλο που θεωρούνται ειδικοί για την παρουσία ανθρώπινης προέλευσης κοπράνων, μόλις το 1-5% των ανθρώπων αποβάλουν αυτούς τους φάγους από τα κόπρανα τους (Leeming *et al.*, 1998). Οι ειδικοί φάγοι ως προς το *B. fragilis* RYC2056 συναντώνται πιο συχνά αλλά δεν είναι ειδικοί για τα ανθρώπινης προέλευσης κόπρανα (Puig *et al.* 1999).

Γενικά, η χρήση των βακτηριοφάγων ως δείκτες για την παρουσία κοπρανώδους μόλυνσης ανάγεται ως πρόταση ήδη από τη δεκαετία του 1930, ενώ στη βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές για την ύπαρξη άμεσης συσχέτισης ανάμεσα σε συγκεκριμένους φάγους και την κοπρανώδη μόλυνση (Scarpino, 1978; WHO, 2001). Οι βακτηριοφάγοι ίσως αποτελούν τους καλύτερους δείκτες για την παρουσία παθογόνων ιών κοπρανώδους προέλευσης στα ύδατα (Griffin *et al.*, 2003).

5.3. Αναζήτηση παθογόνων ως δείκτες της μικροβιολογικής ποιότητας των υδάτων

5.3.1. Σαλμονέλλα

Οι Σαλμονέλλες είναι Gram αρνητικά κινητά βακτήρια που ανευρίσκονται στο γαστρεντερικό σωλήνα ανθρώπων και ζώων συμπεριλαμβανομένων πτηνών και ερπετών. Επιζούν σε περιβάλλον με υγρασία ή σε πάγο για αρκετούς μήνες, αλλά στο νερό μπορούν να επιζήσουν μόνο για μικρό χρονικό διάστημα (Holt et al. 1994). Η *S. typhi* μπορεί να επιζήσει επί μια εβδομάδα σε νερό μολυσμένο με λύματα (Παπαπαναγιώτου, 2004). Οι *S. typhi* and *S. paratyphi* A, συναντώνται συχνότερα σε ανθρώπους σε σχέση με τα ζώα, εντούτοις, περιστασιακά παρατηρείται *S. paratyphi* στα βοοειδή (WHO 2004a).

Κλινικά η λοίμωξη από Σαλμονέλλα εμφανίζεται ως γαστρεντερίτιδα (χαρακτηριζόμενη από ήπια έως αιφνίδια διάρροια, ναυτία και εμετό), βακτηριαιμία ή σηψαιμία, εντερικό πυρετό (υψηλό πυρετό και διάρροια) και ασυμπτωματικά σε άτομα με πρώην λοίμωξη. Υπολογίζεται ότι στις ΗΠΑ παρατηρούνται 1,4 εκατομμύρια περιστατικά σαλμονέλωσης ετησίως (εκ των οποίων μόνο τα 40.000 επιβεβαιώνονται εργαστηριακά) ενώ αποδίδονται σε αυτήν περίπου 1000 θάνατοι (<http://www.cdc.gov>). Οι σαλμονελλώσεις παρατηρούνται συχνότερα το καλοκαίρι σε σχέση με το χειμώνα. Η πλειοψηφία των περιστατικών σαλμονέλωσης συνδέεται με τρόφιμα ενώ μόνο μια επιδημία Σαλμονέλας συνδεόμενη με ύδατα αναψυχής έχει περιγραφεί από το 1995 στις ΗΠΑ. Αυτή συνέβη σε μια κολυμβητική δεξαμενή όπου απομονώθηκε η *S. java* (Levy et al. 1998). Η λοιμογόνος δόση για να νοσήσει κάποιος από μη τυφοειδή τύπου Σαλμονέλλα υπολογίζεται κάτω των 1000 μικροβίων (Hunter, 1998), ενώ η λοιμογόνος δόση για να νοσήσει κανείς από *S. typhi* εκτιμάται στα 10.000 μικρόβια (Health Canada, 2001).

Από τους παραδοσιακούς μικροβιακούς δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης, τα ολικά κολοβακτηροειδή ήταν ο δείκτης που εμφανίζει την καλύτερη συσχέτιση με τη Σαλμονέλλα στα ύδατα και κατ' επέκταση η παρουσία τους μπορεί να υποδηλώνει πιθανή παρουσία Σαλμονελλών (Slanetz et al. 1968; Kaper et al., 1979; Efstratiou et al., 1998).

5.3.2. Σιγκέλλα (*Shigella*)

Πρόκειται για Gram αρνητικά βακτηρίδια που δε διαθέτουν βλεφαρίδες, είναι ακίνητα, δε σχηματίζουν σπόρους και δε διασπούν τη λακτόζη. Αναπτύσσονται σε αερόβιες ή/και προαιρετικά αναερόβιες συνθήκες. Το γένος τους περιλαμβάνει τέσσερα (4) είδη: *Sh. Dysenteriae*, *Sh. flexneri*, *Sh. boydii* και *Sh. sonnei*. Στις αναπτυσσόμενες χώρες συχνότερο αίτιο είναι η *Sh. sonnei* ενώ στις αναπτυσσόμενες η *Sh. flexneri*. Στη χώρα μας τα συνηθέστερα είδη που προκαλούν δυσεντερία είναι οι *Sh. flexneri* και *Sh. sonnei* (Παπαπαναγιώτου, 2004). Φυσική πηγή για τις Σιγκέλλες αποτελούν οι άνθρωποι και οι γορίλες (WHO, 2005). Σήμερα υπάρχουν επιδημιολογικές αποδείξεις για την ύπαρξη συσχέτισης ανάμεσα στη χρήση υδάτων αναψυχής και τις λοιμώξεις από Σιγκέλλες (WHO, 2005). Κατάποση μικρού αριθμού *Sh. sonnei* ή *Sh. flexneri*

(χαμηλότερος των 100 μικροβίων) αρκεί να προκαλέσει λοίμωξη, ενώ για την *Sh. dysenteriae* μόλις 10 βακτήρια αρκούν για να προκαλέσουν νόσο (Jennison & Verma 2004). Όλα τα περιστατικά λοίμωξης από *Sh. sonnei* ή *Sh. flexneri* σχετίζονται με ήπιες και αυτοπεριοριζόμενες γαστρεντερίτιδες. Οι λοιμώξεις από *Sh. dysenteriae* σχετίζονται με κλινικά σοβαρότερες περιπτώσεις ειδικά σε τροπικές περιοχές, εντούτοις, δεν καταγράφονται περιστατικά στη βιβλιογραφία που να τη σχετίζουν με ύδατα αναψυχής (WHO, 2005).

5.3.3. Καμπυλοβακτηρίδιο (*Campylobacter*)

Είναι Gram αρνητικό, μικροαερόφιλο, κινητό, ασπορογόνο βακτήριο που ανήκει στο γένος *Campylobacter*. Η μεγαλύτερη δεξαμενή του μικροβίου βρίσκεται σε πτηνά (Park, 2002). Χαρακτηριστικά αναφέρεται στη βιβλιογραφία επιδημία από Καμπυλοβακτηρίδιο σε κολυμβητές που κολύπησαν σε μια πισίνα που δε χλωριωνόταν και στην οποία είχαν κολυπήσει αποδημητικές πάπιες (Lee et al. 2000a). Τα Καμπυλοβακτηρίδια είναι πολύ μολυσματικά καθώς μικρός σχετικά αριθμός αρκεί για να προκαλέσει λοίμωξη. Μελέτες σε εθελοντές έχουν προσδιορίσει την μολυσματική δόση να κυμαίνεται ανάμεσα στα 500 με 1000 μικρόβια (Robinson 1981; Park 2002; WHO 2004a; WHO, 2005), ενώ η συνήθης μολυσματική συγκέντρωση που απαιτείται στο περιβάλλον είναι τα 10^4 μικρόβια (Hunter 1998; WHO, 2005). Το Καμπυλοβακτηρίδιο είναι πολύ ευαίσθητο, ακόμη και από την *E.coli* στη χλωρίωση (Lund, 1996).

Συμπερασματικά, το Καμπυλοβακτηρίδιο έχει απομονωθεί σε αρκετές περιπτώσεις υδάτων αναψυχής. Εντούτοις, καταγράφονται ελάχιστες περιπτώσεις νόσησης από αυτό. Ύδατα στα οποία υπάρχει κίνδυνος να επιμολυνθούν με κόπρανα ανθρώπινης ή ζωικής προέλευσης είναι πιθανό να περιέχουν και Καμπυλοβακτηρίδια (WHO, 2005).

5.3.4. Σταφυλόκοκκος χρυσίζων (*S.aureus*)

Το γένος των σταφυλόκοκκων περιλαμβάνει Gram θετικούς κόκκους οι οποίοι διατάσσονται κατά ομάδες σε σχήμα σταφυλίου. Δεν έχουν έλυτρο ή βλεφαρίδες και δεν παράγουν σπόρους. Είναι ακίνητοι και δίνουν θετική την αντίδραση της καταλάσης. Ο Σταφυλόκοκκος χρυσίζων παράγει πηκτάση, ουσία που προκαλεί πήξη του πλάσματος του αίματος του ανθρώπου του οποίου η πήξη έχει ανασταλεί με κιτρικά ή οξαλικά άλατα. Επιπρόσθετα, το 50% των Σταφυλόκοκκων παράγουν διαλυτές εξωκυττάρειες τοξίνες και μια από αυτές (η εντεροτοξίνη) ευθύνεται για τις τροφικές δηλητηριάσεις που αποδίδονται στο Σταφυλόκοκκο. Ανευρίσκεται συχνά στο δέρμα, τη ρινική κοιλότητα και το φάρυγγα των ανθρώπων. Η παθογόνος δράση του *S. aureus* κυμαίνεται από ελαφρές σχετικώς λοιμώξεις του δέρματος, υπό την μορφή δοθινηώσεως, έως βαρύτερες λοιμώξεις με την μορφή ψευδάνθρακα ή ακόμη και βαρύτερες μικροβιαίμιες. Όταν τα δείγματα είναι μολυσμένα και με άλλα μικρόβια, τότε η καλλιέργεια πρέπει να γίνει σε θρεπτικά υλικά τα οποία περιέχουν 7,5% NaCl.

Η απομόνωση του *S. aureus* στο θαλασσινό νερό έχει προταθεί να χρησιμοποιείται ως δείκτης της παρουσίας κολυμβητών, ενώ συγκεντρώσεις

υψηλότερες των 100 αποικιών ανά 100mL νερού θεωρούνται ως μη ασφαλείς για τους κολυμβητές (Charoenska & Fujioka, 1993; Fujioka, 1997).

Από τους παραδοσιακούς βακτηριακούς δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης, τα ολικά κολοβακτηροειδή εμφανίζουν την καλύτερη συσχέτιση με τους Σταφυλόκοκκους και κατ' επέκταση η παρουσία τους μπορεί να υποδηλώνει πιθανή παρουσία Σταφυλοκόκκων (Efstratiou et al., 1998).

5.3.5. Μύκητες

Οι μύκητες απομονώνονται συχνά στα θαλασσινά ύδατα αναψυχής. Οι μύκητες σχετίζονται ως επί το πλείστον με δερματικές λοιμώξεις στους κολυμβητές. Στην Ελλάδα συχνότερα ανευρίσκονται τα γένη των *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* spp. και *Candida* spp. Εξ αυτών, μονάχα η παρουσία της *Candida* spp. σχετίζεται στατιστικώς σημαντικά με παραδοσιακούς βακτηριακούς δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης των υδάτων και ειδικότερα τα ολικά κολοβακτηροειδή και τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή (Avanidiou et al., 2002).

5.3.6. Κρυπτοσπορίδιο

Πρόκειται για ένα παθογόνο παράσιτο για τον άνθρωπο που εμφανίζει μεγαλύτερη διάρκεια επιβίωσης στο νερό σε σχέση με οποιοδήποτε παραδοσιακό βακτηριακό δείκτη κοπρανώδους μόλυνσης των υδάτων. Είναι ανθεκτικό στις συνήθεις συγκεντρώσεις χλωρίωσης με αποτέλεσμα να σχετίζεται με αρκετές περιπτώσεις επιδημιών στα ύδατα αναψυχής κολυμβητικών δεξαμενών. Παρά την ύπαρξη τυποποιημένης μεθόδου απομόνωσης (Μέθοδος 1622, EPA), μειονέκτημα για τη χρήση του Κρυπτοσποριδίου ως δείκτη μόλυνσης παραμένει το υψηλό οικονομικό κόστος των μεθόδων απομόνωσης σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις σε εξειδικευμένο και εκπαιδευμένο προσωπικό για την απομόνωση του.

5.4. Χημικοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης

5.4.1. Οι Κοπρανοστατόλες (faecal sterol biomarkers)

Η απομόνωση στα ύδατα των παραδοσιακών μικροβιακών δεικτών μόλυνσης δε μπορεί να διασαφηνίσει με βεβαιότητα την προέλευση της κοπρανώδους μόλυνσης, δηλαδή για το εάν πρόκειται για ανθρώπινης ή ζωικής προέλευσης κόπρανα. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 προτάθηκε από ερευνητές η μέτρηση της κοπρανοστατόλης ως δείκτη κοπρανώδους μόλυνσης. Μετά την ανακάλυψη ότι στα κόπρανα φυτοφάγων ζώων κυριαρχούσε διαφορετική κορανοστατόλη (24-ethyl copranostatol) σε σχέση με αυτήν των ανθρώπων (Leeming et al., 1996) προτάθηκε να γίνει χρήση της κοπρανοστατόλης στη διαφορική διάγνωση ανάμεσα στην ανθρώπινης ή ζωικής προέλευσης κοπρανώδη μόλυνση (Leeming et al., 1998). Η βασική

ανθρώπινη κοπρανοστατόλη είναι η 5β(H)-cholestan-3β-ol που αποτελεί το 60% της ολικής ποσότητας στερολών στα κόπρανα. Για την ανίχνευση τους απαιτείται ποσότητα νερού 1-10 λίτρα και για τον ποσοτικό τους προσδιορισμό χρησιμοποιείται η μέθοδος της αέριας χρωματογραφίας. Μεγάλο μειονέκτημα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος εξέτασης έως και 10 φορές υψηλότερο από το κόστος ανάλυσης της *E.coli*. Εντούτοις, η μέτρηση της μπορεί να αποτελέσει μια χρήσιμη μέθοδο στη διερεύνηση της προέλευσης των κοπράνων (ανθρώπινης ή ζωικής). Στην καθημερινή πράξη οι κοπρανοστατόλες ουδέποτε χρησιμοποιήθηκαν συστηματικά ως δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης των υδάτων (WHO, 2001).

5.4.2. Καφεΐνη

Η καφεΐνη είναι μια σχετικά σταθερή ουσία που δεν υπάρχει φυσικώς στα ύδατα. Η ανεύρεση της στο θαλασσινό αναδεικνύει μόλυνση ανθρώπινης προέλευσης. Μεγάλο μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι η προέλευση της μπορεί να είναι ο ίδιος ο καφές που αποβάλλεται απευθείας στο θαλασσινό νερό και κατ' επέκταση να επιμολύνει το νερό χωρίς την παρουσία κοπρανώδους μόλυνσης. Επιπρόσθετο μειονέκτημα είναι ότι δεν δίνει πληροφορίες για το χρόνο της μόλυνσης. Η αξία της ως δείκτη μόλυνσης είναι αμφισβητούμενη.

5.5. Επισκοπικοί δείκτες μόλυνσης των υδάτων

Διάφοροι επισκοπικοί δείκτες, μη κοπρανώδους προέλευσης, έχουν προταθεί ως δείκτες μόλυνσης (ρύπανσης) των υδάτων. Πρόκειται για τις φαινόλες, τα σκουπίδια, τα επιπλέοντα υλικά, τα φύκια, τη βροχόπτωση, την παρουσία πετρελαίου κ.ά. Η παρουσία τους θεωρείται δείκτης υποβαθμισμένης ποιότητας των υδάτων λόγω της προσβολής της αισθητικότητας μιας παραλίας, ενώ επιπρόσθετα μπορεί να συνοδεύεται από δυσοσμία και παρουσία νεκρής οργανικής ύλης.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων ποιότητας των θαλασσινών υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ (1997-2006) κατέδειξε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη βροχόπτωση, την παρουσία φαινόλης (κακοσμίας), την παρουσία σκουπιδιών (απορριμμάτων) και τον έντονο κυματισμό με αυξημένες συγκεντρώσεις συγχρόνως όλων των παραδοσιακών δεικτών μόλυνσης, όπως τα ολικά κολοβακτηροειδή, τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή, το κολοβακτηρίδιο και τους Εντερόκοκκους (Papastergiou *et. al*, 2009).

5.6. Αναζητώντας τον ιδανικό δείκτη κοπρανώδους μόλυνσης των υδάτων

Το κολοβακτηρίδιο (*E.coli*) και ο *Εντερόκοκκος* είναι μικρόβια που ικανοποιούν σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις ενός ιδανικού δείκτη μόλυνσης. Τα κριτήρια που πρέπει να διαθέτει ένας ιδανικός δείκτης μόλυνσης αναζητήθηκαν από πολλούς ερευνητές (*Bonde, 1966; Payment et al., 2003; NRC, 2004; Yates, 2007*). Οι απαιτήσεις για έναν ιδανικό δείκτη κοπρανώδους μόλυνσης των υδάτων μπορούν να συνοψιστούν στις παρακάτω αρχές (*WHO, 2001*):

- να είναι πάντοτε παρών και σε μεγάλη συγκέντρωση στα κόπρανα ανθρώπων
- να ανιχνεύεται με απλές, γρήγορες και φθηνές μεθόδους
- να μην πολλαπλασιάζεται στο νερό
- να επιβιώνει στο νερό για κάποιο διάστημα αλλά και να καταστρέφεται στο νερό με τις συνήθεις καταστάσεις που καταστρέφουν τα παθογόνα στο νερό.

Επιπρόσθετα, βιολογικά χαρακτηριστικά που θα ήταν επιθυμητά από έναν ιδανικό δείκτη μόλυνσης είναι να υπάρχει συσχέτιση με τον κίνδυνο για την υγεία, να διαθέτει ίδιο ή μεγαλύτερο χρόνο επιβίωσης σε σχέση με τα παθογόνα, να ανευρίσκεται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις από τα παθογόνα και να είναι ειδικός δείκτης της πηγής της κοπρανώδους μόλυνσης (*NRC, 2004*).

Επίλογος

Η πολυετής χρήση των κλασικών δεικτών μόλυνσης των υδάτων, τα ολικά κολοβακτηριοειδή (*total coliforms*), τα κολοβακτηριοειδή κοπρανώδους προέλευσης (*faecal coliforms*), το κολοβακτηρίδιο (*E.coli*) και οι κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι/ Εντερόκοκκοι (*f. Streptococci/ Enterococci*) ως καθημερινό εργαλείο στη συστηματική παρακολούθηση της εκτίμησης της ποιότητας των υδάτων έχουν αποδείξει τη διαχρονική τους αξία ως ένα μέσο εκτίμησης της ποιότητας αυτών. Οι Εντερόκοκκοι αποτελούν τον καλύτερο βακτηριακό δείκτη για την παρουσία κοπρανώδους μόλυνσης στα θαλάσσια ύδατα αναψυχής. Επιπρόσθετα, οι Εντερόκοκκοι διαθέτουν την καλύτερη συσχέτιση με τους κινδύνους για την υγεία των λουομένων. Το κολοβακτηρίδιο (*E.coli*) και ο Εντερόκοκκος εξακολουθούν να αποτελούν τους πιο χρήσιμους αλλά και ευρέως χρησιμοποιούμενους δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης στα ύδατα.

Η ανίχνευση τους σήμερα δεν απαιτεί πολύπλοκο τεχνικό εξοπλισμό και πολύ εξειδικευμένο προσωπικό ενώ παράλληλα αποτελεί την πιο οικονομικά συμφέρουσα μέθοδο. Το παραπάνω επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι παρά τα όποια μειονεκτήματα τους παραμένουν έως σήμερα αναντικατάστατοι μιας και δεν μπόρεσαν να αντικατασταθούν πλήρως από άλλο σύστημα ή μέθοδο παρακολούθησης.

Αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο στα χέρια των εταιριών, των φορέων ύδρευσης και παρακολούθησης των υδάτων, των επιδημιολόγων και των ερευνητών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Μικροβιολογικές μέθοδοι για την παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων αναψυχής

6.1. Μεθοδολογία

Η μικροβιολογική ανάλυση των υδάτων βασίζεται στην δειγματοληψία και την εξέταση μιας σχετικά πολύ μικρής ποσότητας ύδατος σε σχέση πάντοτε με τον πολύ μεγάλο όγκο του νερού. Όλα τα αποτελέσματα και οι μέθοδοι στηρίζονται σε στατιστικές παραδοχές, όπως ότι οι μικροοργανισμοί στο νερό και το δείγμα είναι ομοιογενώς κατανεμημένοι και η αναγωγή των μικροβίων γίνεται σε συγκέντρωσή τους ανά συγκεκριμένο όγκο ύδατος.

Οι βασικές μέθοδοι που θα περιγραφούν παρακάτω είναι η μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων (Multiple tube method or most probable number method), η μέθοδος καταμέτρησης σε τρυβλία (Plate count), η μέθοδος ενσωμάτωσης σε άγαρ (Pour plates), η μέθοδος διήθησης δια των μεμβρανών (Membrane filtration) και οι μέθοδοι ταχείας ταυτοποίησης μικροβίων στα ύδατα αναψυχής.

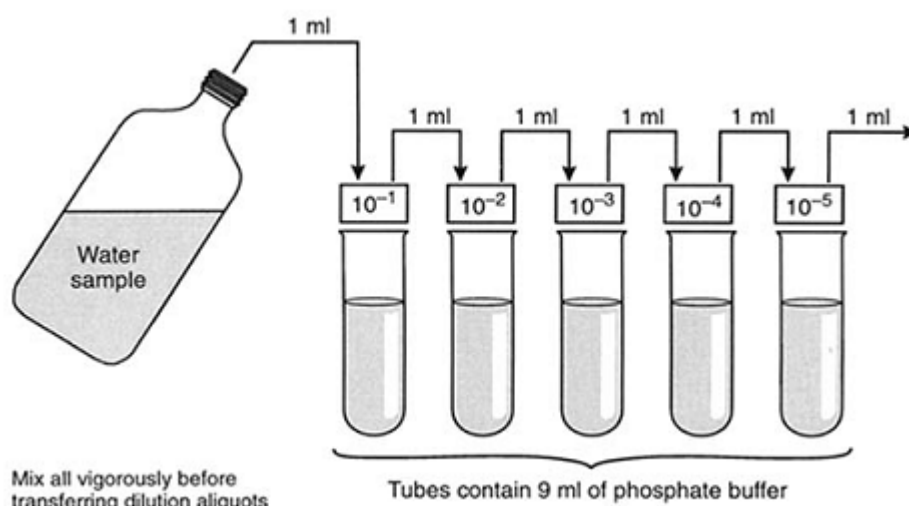
6.1.1. Μέθοδος μέτρησης σε τρυβλία (Plate count)

Η μέθοδος βασίζεται στην ανάπτυξη από ένα και μόνο βακτήριο μιας ορατής με το μάτι αποικίας σε ένα τρυβλίο με κατάλληλο θρεπτικό υλικό. Έτσι, κάθε ορατή αποικία αντιστοιχεί σε ένα μικρόβιο που προϋπήρχε στο νερό και που στη συνέχεια καλλιεργήθηκε.

Το δείγμα νερού υφίσταται διαδοχικές αραιώσεις (1:10, 1:100, 1:1000 κλπ) σε στείρο νερό και στη συνέχεια καλλιεργείται ορισμένη ποσότητα επί της επιφάνειας στείρου θρεπτικού υλικού ενός τρυβλίου. Ακολουθεί επώαση σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και ώρα και το αποτέλεσμα «διαβάζεται» με την καταμέτρηση των αποικιών. Προκειμένου να είναι αποτελεσματική η μέθοδος, το αρχικό δείγμα πρέπει να αραιώνεται σε τέτοιο βαθμό ώστε να αναπτύσσονται ανάμεσα στις 10-100 αποικίες στο τρυβλίο. Από την παρουσία πολλών αποικιών στο τρυβλίο (>100) παρατηρείται συχνά επικάλυψη των αποικιών μεταξύ τους με αποτέλεσμα να είναι ανακριβής η μέτρηση ενώ όταν οι αποικίες είναι λιγότερες των δέκα τότε θεωρείται στατιστικά ανακριβής. Η μέτρηση των αποικιών, όπως προαναφέρθηκε, γίνεται με γυμνό οφθαλμό χωρίς τη χρήση μικροσκοπίου.

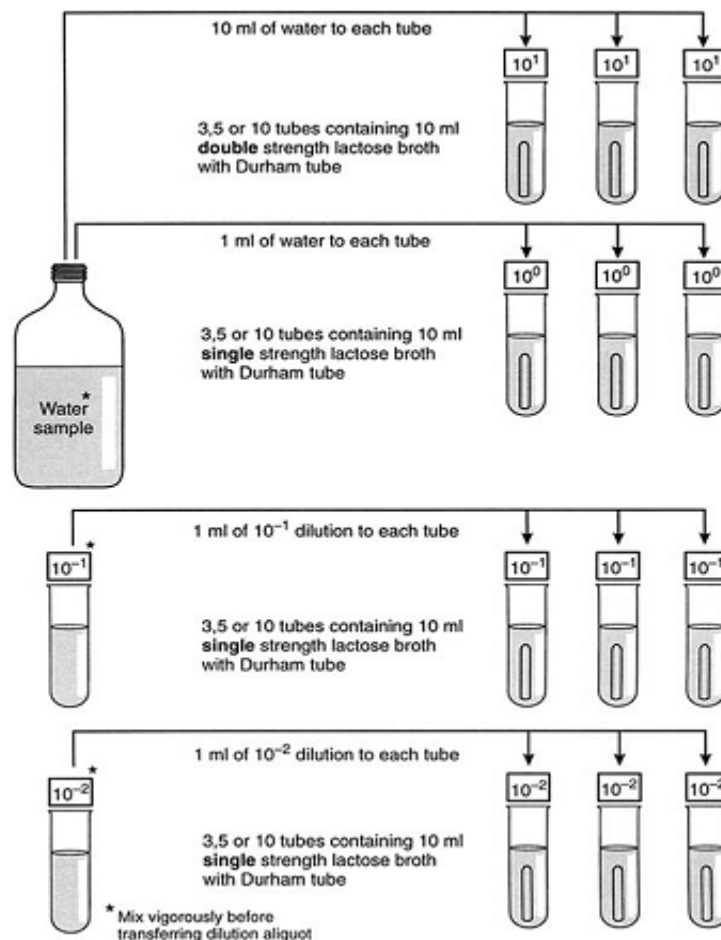
6.1.2. Μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων (Multiple tube method)

Πρόκειται για μια σχετικά παλαιά μέθοδο. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως μέθοδος των διαδοχικών αραιώσεων. Στη μέθοδο αυτή έχουμε την τοποθέτηση μιας συγκεκριμένης ποσότητας ύδατος (πχ. 10, 1 και 0,1 mL) σε συγκεκριμένο αριθμό (3, 5 ή 10) δοκιμαστικών σωλήνων που περιέχουν στείρο θρεπτικό ζωμό. Οι δοκιμαστικοί σωλήνες στη συνέχεια επωάζονται σε κλίβανο σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και για συγκεκριμένο χρόνο. Παρουσία μικροοργανισμού παρατηρείται ανάπτυξη στο σωλήνα που επιφέρει ειδική χαρακτηριστική αλλοίωση στο ζωμό, όπως θολερότητα, αλλαγή χρώματος ή παραγωγή αερίου (θετικός σωλήνας). Το αποτέλεσμα της μεθόδου είναι η παρουσία θετικών και αρνητικών σωλήνων. Τα αποτελέσματα των θετικών σωλήνων συνήθως επιβεβαιώνονται με ανακαλλιέργεια του περιεχόμενου των θρεπτικών σωλήνων σε επιβεβαιωτικά υγρά ή στερεά θρεπτικά υποστρώματα, χρώση Gram, επιβεβαιωτικές βιοχημικές διαδικασίες ή ένα συνδυασμό των επιβεβαιωτικών αυτών μεθόδων (WHO, 2000).



Εικόνα 6.1. Σχηματική παράσταση της διαδικασίας των διαδοχικών αραιώσεων (*Monitoring Bathing Waters WHO, 2000*)

Η ποσότητα του δείγματος (ύδατος) που τοποθετείται αρχικά εντός των δοκιμαστικών σωλήνων εξαρτάται από την πηγή προέλευσης του νερού. Έτσι, για παράδειγμα, σε καθαρό νερό τοποθετούνται ποσότητες από 100 έως 0,1 mL, σε μολυσμένο νερό ποσότητες από 10 έως 10^{-3} mL και σε λυματικό περιεχόμενο από 10^{-2} έως 10^{-6} mL, εξαρτώμενες ενίοτε από το μικροβιακό είδος που προσπαθεί να ανιχνευτεί (WHO, 2000).



Εικόνα 6.2. Σχηματική παράσταση της μέθοδου των πολλαπλών σωλήνων (*Monitoring Bathing Waters WHO, 2000*)

Για τον προσδιορισμό των μικροοργανισμών ανά μονάδα όγκου (συνήθως ανά 100mL ύδατος) τα αποτελέσματα των αρχικών και των επιβεβαιωτικών δοκιμασιών υπολογίζονται με τη βοήθεια ειδικών πινάκων (*Μαυρίδου & Παπαπετροπούλου, 1995*).

Ο πιθανός αριθμός των αποικιών στα 100mL δείγματος νερού υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\text{MPN/100mL} = \frac{\text{Αριθμός θετικών (+) σωλήνων} \cdot 100}{[\text{mL δείγμ. στους (-) σωλήνες}] \cdot [\text{mL δείγμ. σε όλους τους σωλήνες}]}$$

Η μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων είναι απλή και οικονομική. Δεν απαιτεί προσωπικό με ιδιαίτερη εκπαίδευση, μπορεί να ξεκινήσει χωρίς ιδιαίτερες προπαρασκευές ενώ σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για διαυγές όσο και για θολό νερό. Στα μειονεκτήματα της μεθόδου συγκαταλέγεται ο μακρύς χρόνος που απαιτείται για το τελικό αποτέλεσμα (ανάμεσα στις πέντε με επτά ημέρες), οι μεγάλες ποσότητες υλικών που απαιτούνται (σωλήνες και αντιδραστήρια), η

απαιτούμενη επάρκεια χώρου για τόσα υλικά στο εργαστήριο (πάγκοι, κλίβανοι) και οι απαιτήσεις πλυσίματος των σωλήνων. Μειονέκτημα θεωρείται ακόμη η μειωμένη αξιοπιστία της μεθόδου ειδικά όταν χρησιμοποιούνται λίγοι σωλήνες και κατ' επέκταση τα όρια αξιοπιστίας είναι μεγάλα καθώς και η μειωμένη ευαισθησία της μεθόδου στις μεγάλες αραιώσεις. Σήμερα τα περισσότερα εργαστήρια έχουν σχεδόν εγκαταλείψει αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιώντας άλλες νεότερες μεθόδους (*Fujioka, 1997; WHO, 2000*).

6.1.3. Μέθοδος ενσωμάτωσης σε άγαρ (Pour plates)

Στην περίπτωση που κάποιο βακτήριο δεν αναπτύσσεται καλά παρουσία του ατμοσφαιρικού αέρα (οξυγόνου) τότε ενσωματώνεται μια ποσότητα δείγματος (πχ. 1 ή 0,1mL) εντός ενός ρευστοποιημένου (υγρού) θρεπτικού υλικού σε θερμοκρασία 45-46° C. Στη συνέχεια αναδεύεται προσεκτικά, σφραγίζεται και αφήνεται το ρευστό θρεπτικό άγαρ να πήξει. Οι αποικίες αυτές που αναπτύσσονται στη συνέχεια καταμετρούνται με το μάτι. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι οι αποικίες που αναπτύσσονται είναι πιο μικρές, συμπαγείς και κατά συνέπεια δεν επικαλύπτουν τις γειτονικές αποικίες. Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η ενίοτε πιο αργή ανάπτυξη των βακτηρίων εντός του πηγμένου θρεπτικού υλικού, η δυσκολία στη μεταφορά των μικροβίων (ανακαλλιέργεια) και το ότι η θερμική έκθεση των μικροβίων στη θερμοκρασία των 45-46° C θρεπτικού άγαρ ενδεχομένως να προκαλεί στα βακτήρια θερμικό shock (*Eaton et al, 2005*).

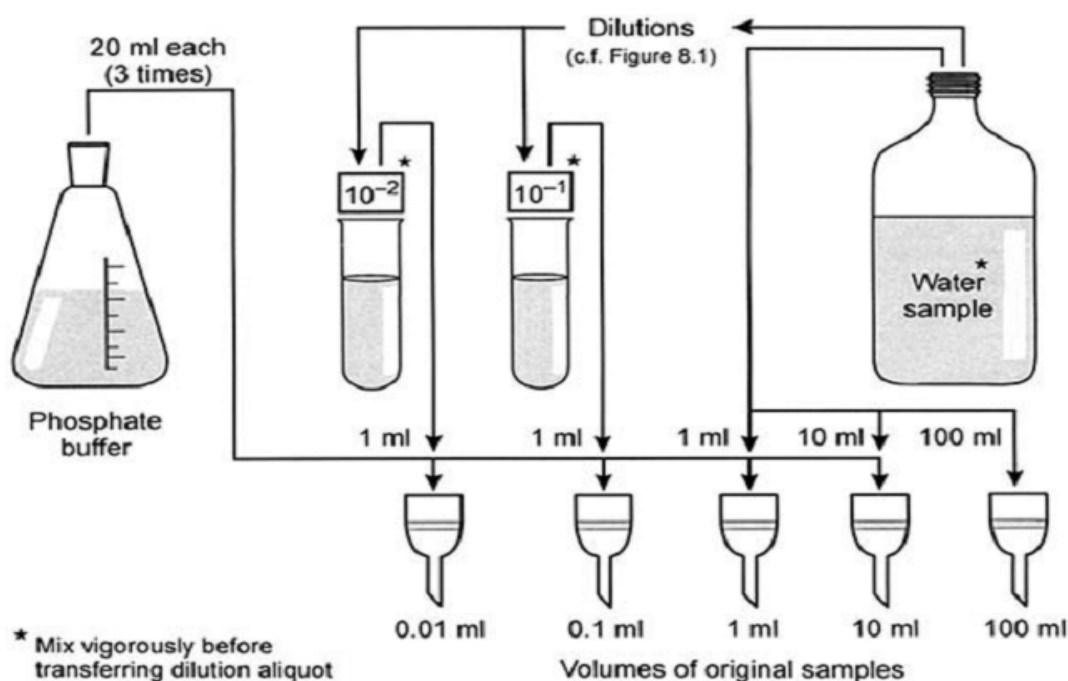
6.1.4. Μέθοδος διήθησης δια μεμβράνης (Membrane filtration)

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στον εγκλωβισμό των μικροβίων που περιέχονται μέσα σε μια ορισμένη ποσότητα ύδατος εντός μιας μεμβράνης κατασκευασμένης από διάφορα υλικά (π.χ. εστέρες κυτταρίνης, νάυλον κλπ). Η διέλευση του νερού μέσω της μεμβράνης υποβοηθείται από μια αντλία κενού που δημιουργεί αρνητική πίεση για την πιο εύκολη και γρήγορη διέλευση του νερού. Η διάμετρος των πόρων της μεμβράνης είναι τέτοια ώστε να κατακρατεί τα προς έλεγχο μικρόβια και συνήθως είναι μεγέθους 0,2-0,45μm. Τα υλικά των μεμβρανών είναι αδρανή και δεν αναστέλλουν ούτε διεγείρουν τον πολλαπλασιασμό των μικροβίων. Η μεμβράνη αυτή τοποθετείται στην συνέχεια επί του εκλεκτικού θρεπτικού υλικού όπου επωάζονται τα υπό αναζήτηση μικρόβια σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και χρόνο επώασης. Στο τέλος, οι αποικίες αυτές καταμετρώνται και το αποτέλεσμα δίνεται σε cfu/100mL νερού (*Μαυρίδου & Παπαπετροπούλου, 1995; WHO, 2000*).

Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου διήθησης δια της μεμβράνης περιλαμβάνονται το κέρδος σε χρόνο και κόπο του προσωπικού, καθώς και το συνολικό κόστος σε σύγκριση με τη μέθοδο των πολλαπλών σωλήνων. Η δυνατότητα να φιλτράρονται μεγάλες ποσότητες νερού από το φίλτρο, έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η ευαισθησία της μεθόδου και να επιτυγχάνεται υψηλή ακρίβεια στη μέτρηση της συγκέντρωσης των βακτηρίων. Επιπρόσθετα, λαμβάνονται από την καλλιέργεια του φίλτρου εμφανείς αποικίες στις οποίες μπορούν στη συνέχεια να λάβουν χώρα επιβεβαιωτικές δοκιμασίες και ανακαλλιέργειες.

Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η αδυναμία εφαρμογής της σε θολά δείγματα εξαιτίας της προκαλούμενης απόφραξης των πόρων της μεμβράνης που προκαλεί αναστολή της ανάπτυξης των μικροβίων.

Βιβλιογραφικά καταγράφονται ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα λόγω της αδυναμίας ανάπτυξης των ζωντανών αλλά μη καλλιεργήσιμων βακτηρίων με τη συνήθη μέθοδο αλλά και ψευδώς θετικά αποτελέσματα όταν αναπτύσσονται βακτήρια παρόμοια με το αναζητούμενο βακτήριο (Figueras et al., 1994, 1996; Hernandez-Lopez & Vargas-Albores, 1994; Fujioka, 1997; WHO, 2000). Εντούτοις, τα τελευταία αυτά μειονεκτήματα αποτελούν μειονέκτημα όλων των προαναφερόμενων μεθόδων.



Εικόνα 6.3. Σχηματική παράσταση της μεθόδου διήθησης δια μεμβράνης (Monitoring Bathing Waters WHO, 2000)

6.1.5. Μέθοδοι ταχείας ταυτοποίησης μικροβίων στα ύδατα αναψυχής

Η παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων αναψυχής βασίζεται στην ταυτοποίηση τους με τη χρήση καλλιεργειών. Αυτές απαιτούν κατά κανόνα περισσότερο της μιας ημέρας για το τελικό εργαστηριακό αποτέλεσμα λόγω του κυμαινόμενου χρόνου επώασης των μικροβίων που κυμαίνεται από 18 έως 72 ώρες. Κατά το χρονικό αυτό διάστημα οι κολυμβητές μπορεί να βρίσκονται σε κίνδυνο.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι ταχείας ταυτοποίησης των μικροβίων στα ύδατα αναψυχής. Αυτές οι μέθοδοι αποτελούνται από δυο στάδια. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει απομόνωση ή εγκλωβισμό του μικροβίου ή της βιοχημικής, χημικής ή μοριακής υπογραφής του από το

υπόλοιπο δείγμα. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με τη χρήση διαφόρων μεθόδων αναγνώρισης. Στις ανοσολογικές μεθόδους γίνεται αναγνώριση των μορίων στόχων στο κυτταρικό τοίχωμα ή ολόκληρου του μικροβίου. Στις μεθόδους PCR (αλυσιδωτή μέθοδος της πολυμεράσης), τις παραλλαγές της και τις μεθόδους microarrays ο στόχος τους είναι μια συγκεκριμένη αλληλουχία των νουκλεϊκών οξέων. Επιπρόσθετα, μπορούν να εφαρμοστούν μέθοδοι ενζύμου/ υποστρώματος (enzyme-substrate methods) που εκμεταλλεύονται τις διαφορές χρωμογόνες ιδιότητες ή τον ανοσοφθορισμό. Το δεύτερο στάδιο χρησιμοποιεί οπτικές, ηλεκτρικές και πιεζοηλεκτρικές μεθόδους προκειμένου να μετρήσει ποσοτικά το τελικό προϊόν του πρώτου σταδίου.

Μείζον μειονέκτημα των μεθόδων αυτών παραμένει η ευαισθησία τους καθώς οι επιθυμητές συγκεντρώσεις για τους δείκτες μόλυνσης μπορεί να είναι μικρότερες του 1cfu/1mL (<100 cfu/100mL), ενώ όλες οι μέθοδοι που προαναφέρθηκαν μετρούνε ποσότητα συνήθως μικρότερη του 1mL. Το πρόβλημα αυτό σήμερα δεν είναι όμως ανυπέρβλητο καθώς αναπτύσσονται ήδη μέθοδοι που επιτυγχάνουν εμπλουτισμό του δείγματος και έτσι αυξάνουν την τελική ευαισθησία των μεθόδων αυτών. Άλλο μειονέκτημα των μεθόδων αυτών είναι η απουσία της συσχέτισης των μετρήσεων με κινδύνους για την υγεία των λουομένων, μιας και οι μέθοδοι δεν μετρούν απαραίτητα ζώντα μικρόβια αλλά τμηματικές δομές τους, ενώ υπενθυμίζεται ότι οι όποιες συσχετίσεις υπάρχουν σήμερα ανάμεσα σε δείκτες μόλυνσης και κινδύνους για την υγεία των κολυμβητών βασίζονται στα ζώντα μικρόβια. Λύση για αυτό αποτελούν οι μέθοδοι που στο στάδιο της απομόνωσης και του εγκλωβισμού συγκρατούν ολόκληρα τα ζώντα βακτήρια.

Εκ των παραπάνω περιγραφόμενων μεθόδων οι μέθοδοι ενζύμου/ υποστρώματος διαθέτουν τις πιο αξιόπιστες ιδιότητες προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως μέθοδοι ταχείας ταυτοποίησης μικροβίων των υδάτων.

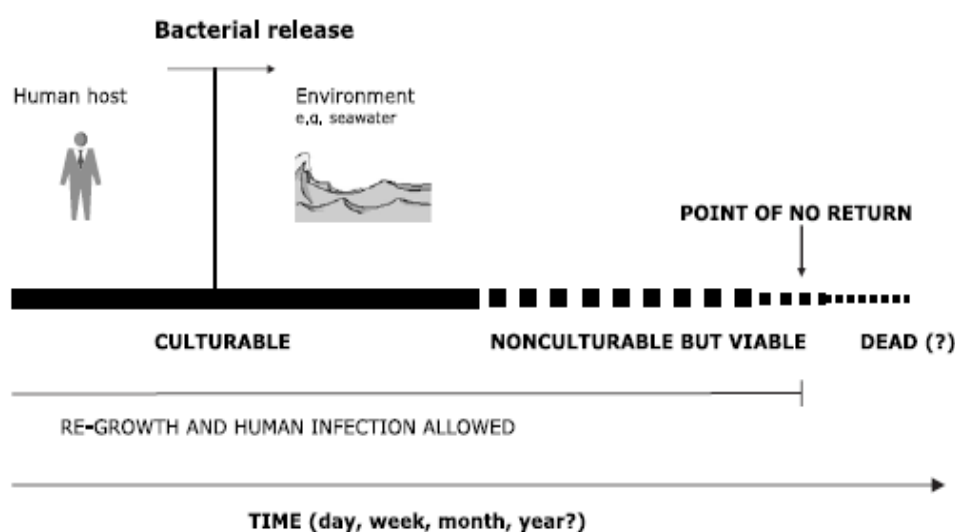
Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες περιγραφόμενες μέθοδοι ταχείας ταυτοποίησης των μικροβίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν θεωρητικά για όλα τα βακτήρια, τους ιούς και τα παράσιτα (Noble & Weisberg, 2005).

6.2. Ζώντα μικρόβια αλλά μη καλλιεργήσιμα (Viable but not culturable)

Στη βιβλιογραφία τα τελευταία χρόνια έχει ανακύψει ένα ζήτημα σχετικά με την αξιοπιστία των μεθόδων απομόνωσης των μικροβίων που βασίζονται στην ανάπτυξη τους στα καλλιεργητικά υλικά. Τα παθογόνα μικρόβια, όπως προαναφέρθηκε, από την στιγμή που θα βρεθούν λ.χ. στο υδάτινο περιβάλλον, υφίστανται τη βλαπτική επίδραση των διαφόρων παραγόντων που τους προκαλούν μια σειρά από βλάβες στην κυτταρική δομή ή το γενετικό τους υλικό με αποτέλεσμα να οδηγούνται στον κυτταρικό θάνατο. Υπό αυτές τις αντίξοες συνθήκες, κάποια βακτήρια μεταπίπτουν σε ένα αδρανές στάδιο που τους επιτρέπει την επιβίωση κάτω από αυτές τις συνθήκες τουλάχιστον για κάποιο διάστημα. Τα βακτήρια αυτά είναι ζώντα αλλά όταν καλλιεργηθούν με τις συνήθεις μεθόδους δεν αναπτύσσονται επί των καλλιεργητικών υλικών. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό στην βιβλιογραφία με τον όρο “Viable but not

culturable (VBNC)". Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων μικροβίων είναι η *E.coli* και το Δονάκιο της χολέρας (*V. cholerae*) [Xu et al. 1982; Belkin & Colwell, 2005].

Το φαινόμενο αυτό στην πραγματικότητα προκαλεί μόνο μικρής έκτασης προβληματισμό. Παρόλο που υπάρχει υπαρκτός κίνδυνος νόσησης από τα μικρόβια αυτά, εντούτοις, η πιθανότητα να επιμολύνουν τον άνθρωπο είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με αυτή των ζώντων και καλλιεργήσιμων μικροβίων που καλλιεργούνται στα εκλεκτικά θρεπτικά υλικά. Οι σύγχρονες μοριακές και ανοσολογικές τεχνικές αποτελούν το μόνο τρόπο ανίχνευσης των ζώντων αλλά μη καλλιεργήσιμων μικροβίων.



Εικόνα 6.4 Η τύχη των μικροβίων στο υδάτινο περιβάλλον
(Από Belkin & Colwell, 2005)

6.3. Πρότυπες διαδικασίες απομόνωσης μικροβίων από τα ύδατα

Ήδη από το 1895 είχε αναγνωριστεί η ανάγκη για την ύπαρξη πρότυπων μεθόδων για τη βακτηριολογική εξέταση του νερού (Eaton et al, 2005). Σήμερα διάφοροι κρατικοί οργανισμοί, φορείς ή οργανώσεις έχουν εκδώσει διαδικασίες πρότυπων μεθόδων για την απομόνωση των δεικτών μόλυνσης, τη διαδικασία δειγματοληψίας, τη μεταφορά και την αποθήκευση των δειγμάτων νερού. Τα πιο γνωστά πρότυπα απομόνωσης των μικροβίων είναι οι πρότυπες διαδικασίες του ISO (International Standardization Organization), της APHA (American Public Health Association), της HPA (Health Protection Agency, National Standard Methods) και της EPA (Environmental Protection Agency methods).

6.4. Καλλιεργητικά υλικά

Η πλειοψηφία των πρότυπων μεθόδων καλλιέργειας και απομόνωσης των μικροβιολογικών δεικτών μόλυνσης προβλέπει τη χρήση συγκεκριμένων καλλιεργητικών υλικών, συγκεκριμένης σύνθεσης και τρόπου παρασκευής τους.

Πρόκειται συνηθέστερα για εκλεκτικά στερεά (τρυβλία) ή υγρά (θρεπτικοί ζωμοί) καλλιεργητικά υλικά. Τα εκλεκτικά καλλιεργητικά υλικά διαθέτουν μέσω της κατάλληλης προσθήκης υλικών, ιδιότητες που ευνοούν την ανάπτυξη μιας συγκεκριμένης ομάδας βακτηρίων ή κάποιου συγκεκριμένου είδους ή αντίστοιχα καταστέλλουν την ανάπτυξη κάποιας ανεπιθύμητης ομάδας ή ανεπιθύμητου βακτηρίου.

Επιπρόσθετα, με τη χρήση διαφόρων δεικτών (χημικές ουσίες που μεταβάλλουν το χρώμα τους παρουσία κάποιων βιοχημικών ιδιοτήτων των μικροβίων) επιτρέπουν την επισκοπική ταυτοποίηση (επισήμανση με αλλαγή χρώματος) του αναζητούμενου μικροβίου. Κατά κανόνα όμως απαιτείται συνήθως μια νέα ανακαλλιέργεια σε άλλο εκλεκτικό καλλιεργητικό υλικό, μια σειρά από επιβεβαιωτικές βιοχημικές δοκιμασίες και ενίοτε χρώση τους κατά Gram προκειμένου να ταυτοποιηθεί οριστικά το αναζητούμενο βακτήριο.

6.5. Επίλογος

Η μέθοδος διήθησης δια της μεμβράνης αποτελεί την καλύτερη διαθέσιμη μέθοδο ρουτίνας για τη μέτρηση των μικροβίων. Οι νέες μέθοδοι μοριακής ταυτοποίησης μικροβίων στα ύδατα αναψυχής προσφέρουν το πλεονέκτημα της ταχείας ταυτοποίησης των μικροβίων, συχνά εντός ολίγων ωρών, διαθέτουν όμως σοβαρά μειονεκτήματα αξιοπιστίας και υψηλό κόστος. Όλες οι μέθοδοι απομόνωσης των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης τελούνται σύμφωνα με διεθνείς πρότυπες διαδικασίες απομόνωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

Ελληνική νομοθεσία και Ευρωπαϊκές οδηγίες για τα ύδατα αναψυχής

Η αντιμετώπιση της ρύπανσης αποτελεί αυτονόητο στόχο και προτεραιότητα μιας σύγχρονης κοινωνίας. Για την αντιμετώπιση της ρύπανσης των υδάτων υπάρχουν τρεις βασικές σχολές.

Στην 1η Σχολή, που πρόκειται για μια καθαρά ανθρωποκεντρική σχολή, προβλέπεται η προστασία του υδάτινου αποδέκτη ανάλογα με την ανθρώπινη χρήση. Στην 2η Σχολή, γίνεται προσπάθεια επαναφοράς του υδάτινου περιβάλλοντος στην αρχική του μορφή σε μια προσπάθεια μεγιστοποίησης της προστασίας του περιβάλλοντος. Η 3η Σχολή, προσπαθεί να προωθήσει μια βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων με τρόπο ώστε όλοι οι υδάτινοι αποδέκτες να έχουν μια τουλάχιστον καλή ποιότητα. Επί της ουσίας, αποτελεί την πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα θέματα του περιβάλλοντος. Στα πλαίσια αυτής της σχολής κινούνται οι Ευρωπαϊκές οδηγίες για τα ύδατα αναψυχής.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια σύντομη αναφορά της ισχύουσας Ελληνικής και Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για τα ύδατα αναψυχής.

7.1. Η οδηγία 76/160/ΕΟΚ και η Υπουργική Απόφαση 46399/1352/86 (ΦΕΚ438/86 τ β')

Η Οδηγία 76/160/ΕΟΚ μπορεί να θεωρηθεί σημείο αναφοράς όλων των οδηγιών και των εθνικών νομοθεσιών για τα ύδατα αναψυχής, καθώς καθόριζε τα δεσμευτικά πρότυπα για τα ύδατα κολύμβησης σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η οδηγία αυτή αποτελεί μια από τις πρώτες και τις επιτυχέστερες συνιστώσες της Ευρωπαϊκής πολιτικής για τους υδάτινους πόρους.

Στην οδηγία αυτή καθορίζονται οι ορισμοί για τα ύδατα κολύμβησης, την περιοχή κολύμβησης και την κολυμβητική περίοδο που εξακολουθούν να παραμένουν σε ισχύ ακόμη και στις νέες οδηγίες.

Η σχετική νομοθεσία στην Ελλάδα ενσωματώνεται στην Υπουργική Απόφαση 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438/τ.β.'3.7.86) «Απαιτούμενη ποιότητα επιφανειακών νερών που προορίζονται για «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ».

Με βάση την Υπουργική απόφαση 46399/1352/86 (Οδηγία 76/160/ΕΟΚ) καθορίζονται τα σημεία δειγματοληψίας των υδάτων τα οποία κατατάσσονται με βάση τις μικροβιολογικές παραμέτρους που εξετάζονται στις εξής κατηγορίες:

Κατηγορία GI: Το σύνολο των ληφθέντων δειγμάτων ικανοποιεί τουλάχιστον κατά 80% τις επιθυμητές τιμές (G, Guide) και κατά 95% τις υποχρεωτικές τιμές (I, Imperative) της Οδηγίας 76/160/ΕΟΚ, για τις μικροβιολογικές παραμέτρους των ολικών κολοβακτηροειδών και για τα κολοβακτηρίδια κοπρανώδους προέλευσης (θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή).

Κατηγορία EI: Το σύνολο των ληφθέντων δειγμάτων ικανοποιεί τουλάχιστον κατά 95% τις υποχρεωτικές τιμές (I, Imperative) της Οδηγίας 76/160/ΕΟΚ, για τις μικροβιολογικές παραμέτρους των ολικών κολοβακτηροειδών και για τα κολοβακτηρίδια κοπρανώδους προέλευσης (θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή).

Κατηγορία OC: Τα δείγματα που ελήφθησαν δεν ικανοποιούν τις υποχρεωτικές τιμές (I, Imperative) της Οδηγίας 76/160/ΕΟΚ, για τις μικροβιολογικές παραμέτρους των ολικών κολοβακτηροειδών και για τα κολοβακτηρίδια κοπρανώδους προέλευσης (θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή) στο απαιτούμενο ποσοστό, που είναι πάνω του 95%, αλλά η εμφανιζόμενη απόκλιση από το παραπάνω ποσοστό παρατηρείται διότι τα αποτελέσματα μιας και μόνο ανάλυσης από το σύνολο των αναλύσεων, υπερβαίνει τα όρια της νομοθεσίας. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει την τυχαία ή την περιστασιακή επιβάρυνση των σημείων αυτών και όχι μια μόνιμη κατάσταση.

Κατηγορία NC: Το σύνολο των ληφθέντων δειγμάτων δεν ικανοποιεί τις υποχρεωτικές τιμές (I, Imperative) της Οδηγίας 76/160/ΕΟΚ, για τις μικροβιολογικές παραμέτρους των ολικών κολοβακτηροειδών και για τα κολοβακτηρίδια κοπρανώδους προέλευσης (θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή) στο απαιτούμενο ποσοστό, που είναι 95%,

Κατηγορία IS: Η συχνότητα των δειγματοληψιών δεν ανταποκρίνεται στην ελάχιστη απαιτούμενη συχνότητα που ορίζει η Οδηγία 76/160/ΕΟΚ, αλλά οι μετρούμενες παράμετροι ανταποκρίνονται στις υποχρεωτικές τιμές (I, Imperative) της Οδηγίας 76/160/ΕΟΚ, για τις μικροβιολογικές παραμέτρους των ολικών κολοβακτηροειδών και για τα κολοβακτηρίδια κοπρανώδους προέλευσης (θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή).

Τα συγκριτικά μικροβιολογικά πρότυπα ποιότητας της Οδηγίας 76/160/ΕΟΚ και της Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 συνοψίζονται στον πίνακα 7.1 από όπου φαίνεται ότι τα όρια της Υπουργικής Απόφασης ήταν πιο αυστηρά σε σχέση με αυτά της Ευρωπαϊκής Οδηγίας.

Επιπρόσθετα, η Υπουργική απόφαση 46399/1352/86 και η οδηγία 76/160/ΕΟΚ προβλέπουν τη μέτρηση ή την εκτίμηση παραμέτρων όπως pH, χρώμα, ορυκτά έλαια, επιφανειακά ενεργές ουσίες που αντιδρούν με το κυανούν του μεθυλενίου, φαινόλες, διαφάνεια (m), διαλυμένο οξυγόνο (κορεσμός % σε οξυγόνο), πισσώδη κατάλοιπα και επιπλέοντα υλικά, αμμωνία (NH₄), άζωτο κατά Kjeldahl, φυτοφάρμακα (παραθείο, HCH, διελδρίνη), βαρέα μέταλλα (αρσενικό, κάδμιο, χρώμιο, νικέλιο, μόλυβδος, υδράργυρος), κυανιούχα, νιτρικά, φωσφορικά και επιπρόσθετα μόνο στην υπουργική απόφαση η αλατότητα, η ολική αμμωνία (NH₃), τα νιτρώδη (NO₂⁻) και τα αιωρούμενα στερεά.

Πίνακας 7.1. Όρια απαιτούμενης ποιότητας των μικροβιολογικών παραμέτρων της Οδηγίας 76/160/ΕΟΚ⁽¹⁾ και της Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86⁽²⁾

Παράμετροι	Επιθυμητό όριο		Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση	
	Οδηγία ¹	Υπ.Απ. ²	Οδηγία ¹	Υπ.Απ. ²
Ολικά κολοβακτηριοειδή (cfu/100 mL)	500	500	10.000	10.000
Κοπρανώδη Κολοβακτηρίδια (cfu/100 mL)	100	100	2.000	500
Εντερόκοκκοι (cfu/100 mL)	100	100	-	-
Σαλμονέλες (cfu/1000 mL)	-	-	0	0
Εντεροϊοί, (PFU / 10L)	-	-	0	0

7.2. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60/ΕΚ

Στόχος της Ευρωπαϊκής οδηγίας 2000/60/ΕΚ ήταν η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, μεταβατικών, παρακτίων και υπογείων υδάτων. Επιπρόσθετα, η Οδηγία αποσκοπεί στη διατήρηση και τη βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος. Ο σκοπός αυτός αφορά κυρίως την ποιότητα των υδάτων. Επιμέρους σκοποί της είναι η αποτροπή επιδείνωσης και η προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων και χερσαίων υδροτόπων, η προώθηση μιας βιώσιμης χρήσης του νερού, η μείωση των απορρίψεων και η τελική εξάλειψη των επικίνδυνων ουσιών καθώς και η μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και μετριασμός των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες.

Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας αναβάθμισης της ποιότητας των υδάτων, η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60/ΕΕ εισάγει δυο νέα εργαλεία για αυτόν τον σκοπό, το προφίλ των παραλιών (beach profile) και την ολιστική διαχείριση όλων των υδάτινων πόρων κυρίως μέσω του προσδιορισμού των περιοχών της λεκάνης απορροής ποταμού.

Η δημιουργία του προφίλ όλων των παραλιών (beach profile) είναι στην πράξη ένας προσδιορισμός της ιδιαίτερης ταυτότητας των υδάτων. Ο όρος «beach profile» περιλαμβάνει εν ολίγης τον προσδιορισμό όλων των παρακάτω χαρακτηριστικών:

- Τα φυσικά, γεωγραφικά, υδρολογικά χαρακτηριστικά των υδάτων κολύμβησης.
- Τον εντοπισμό, την καταγραφή και την αξιολόγηση των ενδεχόμενων αιτιών της ρύπανσης.
- Την αξιολόγηση της δυνατότητας ανάπτυξης των κυανοβακτηριδίων.
- Την αξιολόγηση της δυνατότητας ανάπτυξης των μακροφυκών ή/και του φυτοπλαγκτού.

- Τον προσδιορισμό της τοποθεσίας του σημείου παρακολούθησης.
- Εάν υπάρχει κίνδυνος βραχυπρόθεσμης ρύπανσης να προσδιορίζεται η φύση, η συχνότητα, η διάρκεια ρύπανσης, οι άλλες αιτίες ρύπανσης, τα διαχειριστικά μέτρα, το χρονοδιάγραμμα εξάλειψης τους και τα στοιχεία ταυτότητας και επικοινωνίας του φορέα διαχείρισης των ακτών.

Η εφαρμογή της διαχείρισης των υδάτων θα γίνεται σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Ως «λεκάνη απορροής ποταμού» ορίζεται η εδαφική έκταση από την οποία συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής μέσω διαδοχικών ρεμάτων, ποταμών και πιθανώς λιμνών και παροχετεύεται στη θάλασσα με ενιαίο στόμιο ποταμού, εκβολές ή δέλτα. Ως «περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού» ορίζεται η θαλάσσια και χερσαία έκταση, που αποτελείται από μια ή περισσότερες γειτονικές λεκάνες απορροής ποταμού μαζί με τα συναφή υπόγεια και παράκτια ύδατα, και η οποία προσδιορίζεται ως η βασική μονάδα διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμού.

7.3. Η νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία 2006/7/EK

Σκοπός της Οδηγίας είναι η διατήρηση, η προστασία και η βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, η προστασία της ανθρώπινης υγείας και η συμπλήρωση της οδηγίας 2000/60/EK.

Ο σκοπός και το πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας αυτής επεκτείνεται επιπλέον στην παρακολούθηση και την ταξινόμηση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης, τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης, την παροχή πληροφοριών στο κοινό όσον αφορά την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης. Η Οδηγία 2006/7/EK οδηγεί στην κατάργηση της Οδηγίας 76/160/ΕΟΚ.

Η Οδηγία 2006/7/EK εφαρμόζεται σε κάθε στοιχείο επιφανειακών υδάτων όπου η αρμόδια αρχή αναμένει ότι θα κολυμπά μεγάλος αριθμός ατόμων και όπου δεν έχει επιβάλει μόνιμη απαγόρευση της κολύμβησης ή δεν έχει εκδώσει μόνιμη σύσταση κατά της κολύμβησης. Δεν εφαρμόζεται στα κολυμβητήρια, τις δεξαμενές ιαματικών λουτρών, τα περικλειστα ύδατα που υπόκεινται σε επεξεργασία ή χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς και τα τεχνητώς περικλειστα ύδατα, που διαχωρίζονται από τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα.

Βασικά στοιχεία της Οδηγίας 2006/7/EK είναι ότι αντί των 19 υπό παρακολούθηση παραμέτρων της Οδηγίας του 1976, επιβάλλει πλέον τη μέτρηση μόλις δυο μικροβιολογικών παραμέτρων στο νερό (τους Εντερόκοκκους [IE] και τα Κολοβακτηρίδια [EC] σε cfu/ 100mL) και τις επισκοπικές (μακροσκοπικές) επιθεωρήσεις της ακτής. Επιπρόσθετα, ορίζει οπωσδήποτε να γίνεται μια δειγματοληψία μια εβδομάδα πριν την έναρξη της κολυμβητικής περιόδου και τουλάχιστον τέσσερις (4) δειγματοληψίες ανά κολυμβητική περίοδο με μέσο διάστημα ανάμεσα στις δειγματοληψίες μικρότερο του ενός μήνα. Ενίοτε επιτρέπει και λιγότερο των τεσσάρων δειγματοληψιών ανά κολυμβητική περίοδο. Χαρακτηρίζεται κατ' επέκταση από μεγάλη ευελιξία στις δειγματοληψίες.

Η Οδηγία 2006/7/EK οδηγεί στην ταξινόμηση των ακτών σε εξαιρετικής, καλής, επαρκούς (αποδεκτή) και ανεπαρκούς ποιότητας (απαράδεκτη - απαγόρευση κολύμβησης). Στον Πίνακα 7.2 φαίνονται τα όρια των μικροβιολογικών παραμέτρων της Οδηγίας 2006/7/EK.

Πίνακας 7.2 Όρια απαιτούμενης ποιότητας των Μικροβιολογικών παραμέτρων της Οδηγίας 2006/7/EK

Μικροβιολογικές παράμετροι	Εξαιρετική ποιότητα	Καλή ποιότητα	Επαρκής ποιότητα	Μέθοδος ανάλυσης
Εντερόκοκκοι IE (cfu/ 100mL)	100 (95ο ε/μ*)	200 (95ο ε/μ*)	185 (90ο ε/μ*)	ISO 7899
Κολοβακτηρίδια EC (cfu/ 100mL)	250 (95ο ε/μ*)	500 (95ο ε/μ*)	500 (90ο ε/μ*)	ISO 9308-1

*ε/μ= βάση του εκατοστομοριακού υπολογισμού της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων

7.4. Η περιγραφή του εκατοστομοριακού υπολογισμού της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων - Η έννοια του εκατοστημορίου

Η καθιερωμένη μεθοδολογία για τον υπολογισμό της τιμής της συγκέντρωση ενός μικροβιακού δείκτη μόλυνσης σε cfu/100mL δε βασίζεται πλέον, σύμφωνα με την Οδηγία 2006/7/EK, στον αριθμητικό μέσο όρο των μικροβιολογικών απαριθμήσεων της σειράς δεδομένων, αλλά στον εκατοστομοριακό υπολογισμό της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων. Αυτός προκύπτει ως εξής:

1. Λαμβάνεται ο δεκαδικός λογάριθμος όλων των μικροβιολογικών απαριθμήσεων της σειράς δεδομένων.
2. Υπολογίζεται ο αριθμητικός μέσος όρος (μ) των δεκαδικών λογαρίθμων.
3. Υπολογίζεται η τυπική απόκλιση (σ) των δεκαδικών λογαρίθμων.
4. Τιμή του ανώτερου 90ου ε/μ της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των δεδομένων προκύπτει από την εξίσωση:
τιμή άνω 90ο ε/μ= αντιλογάριθμος ($\mu+1,282\cdot\sigma$).
5. Τιμή του ανώτερου 95ου ε/μ της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των δεδομένων προκύπτει από την εξίσωση:
τιμή άνω 95ο ε/μ= αντιλογάριθμος ($\mu+1,65\cdot\sigma$).

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

**ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ
ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ
ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ
ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1997-2006**

Η ποιότητα των Ελληνικών θαλασσίων υδάτων για τα έτη 1997 έως 2006

Το ΥΠΕΧΩΔΕ (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων), ως φορέας διαχείρισης της ποιότητας των θαλασσίων υδάτων στην Ελλάδα, στα πλαίσια των υποχρεώσεων που απορρέουν έναντι της Εθνικής και της Κοινοτικής νομοθεσίας (Ευρωπαϊκή Ένωση) είναι επιφορτισμένο με τη λήψη όλων των διαχειριστικών μέτρων προκειμένου να εξασφαλιστεί η καλή ποιότητα των θαλασσίων υδάτων. Στα πλαίσια αυτής της διαχείρισης ανήκει η δειγματοληψία των θαλασσίων υδάτων που γίνεται συστηματικά από το 1988.

Το γενικό συντονισμό του προγράμματος είχε αναλάβει έως το έτος 2005 το Τμήμα Νερών της Διεύθυνσης Περιφερειακού Σχεδιασμού του ΥΠΕΧΩΔΕ, το οποίο κατά περίπτωση συνεργάζεται με τα συναρμόδια υπουργεία Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης και Εμπορικής Ναυτιλίας. Από το έτος 2006 μέχρι σήμερα υπεύθυνοι για το Πρόγραμμα είναι η Διεύθυνση Παρακολούθησης της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων (Κ.Υ.Υ), η οποία ιδρύθηκε με τον νόμο 3199/2003 και οργανώθηκε με την αρ. οικ. 49139/24.11.2005 Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 1695/Β/2.12.2005). Στο πρόγραμμα συμμετέχουν επίσης οι αρμόδιες Νομαρχιακές Υπηρεσίες καθώς και οι Δήμοι και οι Κοινότητες.

Ο αριθμός των περιοχών κολύμβησης όπου διενεργούνται δειγματοληψίες υδάτων αυξάνει διαρκώς, από τα 1731 σημεία δειγματοληψίας το έτος 1997, στα 1901 σημεία το έτος 2006. Οι δειγματοληψίες και οι αναλύσεις των δειγμάτων ύδατος γίνονται με την ευθύνη των εργαστηρίων που επιλέγονται κατόπιν διαγωνισμού. Τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών και των μικροβιολογικών αναλύσεων καταχωρούνται από το ΥΠΕΧΩΔΕ σε μια ηλεκτρονική βάση.

Στόχος της ανάλυσης των δεδομένων ποιότητας των Ελληνικών θαλασσίων υδάτων ήταν να εκτιμηθεί στο σύνολο της η ποιότητα τους, η διαχρονική τάση και η εποχικότητα με βάση τις μικροβιολογικές παραμέτρους που μετρούνται στα θαλασσινά ύδατα. Αναζητήθηκαν, επιπρόσθετα, οι επισκοπικές παράμετροι που σχετίζονται με καλή ή κακή μικροβιολογική ποιότητα των θαλασσινών υδάτων. Παράλληλα έγινε απεικόνιση των ακτών κολύμβησης στην Ελλάδα με τη χρήση χάρτη γεωγραφικού συστήματος πληροφοριακής (GIS) με στόχο να παρουσιαστούν με ευκρινή και σαφή τρόπο οι καθαρές και μολυσμένες ακτές της Ελλάδας.

Οι δειγματοληψίες των Ελληνικών θαλασσίων υδάτων κολύμβησης

Η κολυμβητική περίοδος στην Ελλάδα, γενικά τοποθετείται στο χρονικό διάστημα Μάιος – Οκτώβριος (διάρκεια 5-5,5 μήνες). Οι ακτές αξιολογούνται έπειτα από σειρά μετρήσεων της ποιότητας των υδάτων κατά τη διάρκεια της κολυμβητικής περιόδου. Πριν την έναρξη της κολυμβητικής περιόδου

διενεργείται μια δειγματοληψία ύδατος σε κάθε σημείο δειγματοληψίας. Κατά τη διάρκεια της κολυμβητικής περιόδου, για κάθε σημείο δειγματοληψίας, πραγματοποιούνται μια δειγματοληψία ύδατος ανά δεκαπενθήμερο συνοδευόμενη από οπτική επιθεώρηση των υδάτων και των ακτών. Στην Ελλάδα, κατά τη διάρκεια της κολυμβητικής περιόδου λαμβάνονται ετησίως 11-12 δείγματα ανά σημείο (*«Έκθεση ποιότητας των νερών κολύμβησης της Ελλάδας 2006»*, 2007).

Τα σημεία δειγματοληψίας είναι επακριβώς καθορισμένα και τα ίδια σε όλη την κολυμβητική περίοδο. Οι δειγματοληψίες των θαλασσινών υδάτων πραγματοποιούνται στα σημεία υψηλότερης συγκέντρωσης των λουομένων. Τα δείγματα ύδατος λαμβάνονται 30 εκατοστά κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, από εκεί όπου το βάθος της θάλασσας είναι ένα μέτρο. Για την συλλογή ύδατος χρησιμοποιούνται αποστειρωμένες φιάλες όγκου 500 ή 1000 mL χωρίς διάλυμα θειοθειικού νατρίου. Στη φιάλη αφήνεται κάποιο κενό, ώστε να διευκολύνεται η καλή ανάμειξη του ύδατος στο Εργαστήριο πριν την εξέταση. Οι δειγματοληψίες και οι αναλύσεις των δειγμάτων γίνονται με ευθύνη των εργαστηρίων που επιλέγονται κατόπιν διαγωνισμού, ενώ στο πρόγραμμα συμμετέχουν επίσης οι αρμόδιες Υπηρεσίες των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων καθώς και Δήμοι και Κοινότητες. Το Τμήμα Εργαστηρίων της Διεύθυνσης Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού του ΥΠΕΧΩΔΕ πραγματοποιεί τον εργαστηριακό έλεγχο των σημείων που παρουσιάζουν παραβάσεις στο Νομό Αττικής. Η συγκέντρωση, μηχανογράφηση, αξιολόγηση και επεξεργασία των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γίνεται από τη Διεύθυνση Παρακολούθησης της κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων σε συνεργασία με το Γραφείο Εθνικού Περιβαλλοντικού Δικτύου και Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος της Διεύθυνσης Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού του ΥΠΕΧΩΔΕ (*«Έκθεση ποιότητας των νερών κολύμβησης της Ελλάδας 2006»*, 2007). Η δειγματοληψία των υδάτων συνοδεύεται πάντοτε από τη συμπλήρωση ενός ειδικού εντύπου όπου επιπρόσθετα καταγράφονται διάφορες επισκοπικές παράμετροι και πληροφορίες. Αυτές οι παράμετροι και οι πληροφορίες είναι η ώρα, η ημερομηνία της δειγματοληψίας και παραλαβής του δείγματος, η κατάσταση της θάλασσας, η παρουσία βροχόπτωσης την ημέρα της δειγματοληψίας και την προηγούμενη ημέρα, η διεύθυνση αέρα, η διαύγεια του ύδατος, το χρώμα των υδάτων, η οσμή φαινόλης, καθώς και η παρουσία πίσσας, φυκών, ορυκτελαίων, τα απορρυπαντικά, τα επιπλέοντα αντικείμενα στη θάλασσα, οι μέδουσες και τα σκουπίδια.

Μεθοδολογία της ανάλυσης των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ

Προκειμένου να εκτιμηθεί η ποιότητα των υδάτων των Ελληνικών θαλασσών, η διαχρονική τους τάση και η εποχικότητα χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των μετρήσεων από το συστηματικό έλεγχο των υδάτων των ακτών της περιόδου 1997-2006 από τα αρχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ. Τα δεδομένα αυτά περιέχουν μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων που αναφέρονται στον *Πίνακα 1*. Οι μετρήσεις αυτές καταγράφονταν σε μια ηλεκτρονική βάση

καταγραφής δεδομένων, για κάθε έτος χωριστά. Η συγχώνευση αυτών των ετήσιων ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας νέας ηλεκτρονικής βάσης που περιείχε το σύνολο των μετρήσεων των δεδομένων ποιότητας των θαλασσίων υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ για τα έτη 1997-2006. Η νέα αυτή ηλεκτρονική βάση δεδομένων περιείχε συνολικά 282.194 καταγεγραμμένες μετρήσεις. Μετά τη συγχώνευση όλων των ετών σε ένα ηλεκτρονικό αρχείο, ακολούθησε η εκκαθάριση της βάσης δεδομένων. Ειδικότερα διεγράφησαν οι καταγραφές των γλυκών υδάτων (λίμνες Πρεσπών και Βουλιαγμένης), διορθώθηκαν τα λάθη στις εγγραφές και διεγράφησαν οι καταχωρήσεις με ελλιπή δεδομένα. Η τελική βάση δεδομένων μετά τις παραπάνω διορθώσεις περιείχε τελικά 231.205 μετρήσεις. Ακολούθησε περιγραφική στατιστική ανάλυση-συσχέτιση των μικροβιολογικών και των επισκοπικών παραμέτρων μόλυνσης των υδάτων και στη συνέχεια η μονοπαραγοντική (Univariate analysis) και η πολυπαραγοντική (Logistic regression analysis) ανάλυση των μικροβιακών παραμέτρων μόλυνσης με τις επισκοπικές παραμέτρους μόλυνσης. Η στατιστικά σημαντική διαφορά εκτιμήθηκε όταν το όριο της τιμής p-value ήταν χαμηλότερο του 0,05. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το επιδημιολογικό πρόγραμμα Epi-Info και το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 16.0.

Πίνακας 1. Οι παράμετροι της βάσης δεδομένων του ΥΠΕΧΩΔΕ

Πεδίο	Ερμηνεία
DATE PAR	Ημερομηνία παραλαβής δειγμάτων
TIME PAR	Ώρα παραλαβής δειγμάτων
SEA	Κατάσταση θάλασσας HR: Ήρεμη EK: Ελαφρώς κυματώδης PK: Πολύ κυματώδης
RAIND	Βροχόπτωση ημέρα δειγματοληψίας
RAINPD	Βροχόπτωση προηγούμενη ημέρα
WIND	Διεύθυνση αέρα (ανέμου)
TRANS	Διαύγεια
COLOUR	Χρώμα
PIS_SEA	Πίσσα στη θάλασσα
OIL_SEA	Ορυκτέλαια θάλασσας
PHEN	Φαινόλες (οσμή φαινόλης)
APRO_SEA	Απορρυπαντικά θάλασσας
EPIP	Επιπλέοντα αντικείμενα
FYK_SEA	Φύκη (μακροφύκη) στη θάλασσα
TSOUX	Μέδουσες (Τσούχτρες)
PIS_AKT	Πίσσα στην ακτή
OIL_AKT	Ορυκτέλαια ακτή
SKOUP	Σκουπίδια (απορρίμματα)
FYK_AKT	Φύκη (μακροφύκη) στην ακτή
TOL	Ολικά κολοβακτηροειδή
FCOL	Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή
E.COL	<i>E.coli</i>
STREPT	Κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι (Εντερόκοκκοι)

Νέα όρια θετικότητας (cut-off)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων ποιότητας των υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ, σχεδόν στο σύνολο τους οι μικροβιολογικές παράμετροι (ολικά κολοβακτηροειδή, θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή, *E.coli*, Εντερόκοκκοι) πληρούσαν τα αποδεκτά όρια ποιότητας των μικροβιολογικών παραμέτρων της Εθνικής νομοθεσίας και των Κοινοτικών οδηγιών. Προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα από τη στατιστική ανάλυση, δημιουργήθηκαν νέα όρια θετικότητας (cut-off), διαφορετικά από τα όρια που ορίζονται ως ελάχιστη αποδεκτή ποιότητα στις Εθνικές και τις Κοινοτικές οδηγίες. Η τιμή αυτή του cut-off θα αντιστοιχούσε περίπου στο ένα τρίτο ($1/3$) της τιμής (σε cfu/mL) των επιθυμητών ορίων (της βέλτιστης ποιότητας) των υδάτων αναψυχής που ορίζεται στις Εθνικές και τις Κοινοτικές οδηγίες (Υπ.Απ. 46399/1352/86, 76/160/ΕΟΚ, 2006/7/ΕΕ). Ειδικότερα, για την ομάδα των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (faecal coliforms) αποφασίστηκε η τιμή cut off να είναι η τιμή του επιθυμητού ορίου που ορίζεται για αυτήν σύμφωνα με την οδηγία 76/160/ΕΟΚ και την Υπουργική Απόφαση 46399/1352/86. Εάν εφαρμόζονταν η αναλογία του $1/3$ της τιμής του επιθυμητού ορίου των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (faecal coliforms) όπως εφαρμόστηκε για τους υπόλοιπους δείκτες η τιμή cut off θα ήταν χαμηλότερη από την τιμή cut off της *E.coli* που αποτελεί υποκατηγορία της ομάδας.

Ορισμός του θετικού και αρνητικού δείγματος για την στατιστική ανάλυση

Τα δείγματα θαλασσινού νερού με τιμή (σε cfu/100 mL) μεγαλύτερη ή ίση της τιμής του cut off θεωρήθηκαν θετικά (+) δηλαδή ρυπαρά (μολυσμένα) ως προς το συγκεκριμένο βακτηριακό δείκτη μόλυνσης των υδάτων. Παρομοίως, δείγματα με τιμή μικρότερη της τιμής του cut off θεωρήθηκαν αρνητικά (-) δηλαδή καθαρά (μη μολυσμένα) ως προς το συγκεκριμένο βακτηριακό δείκτη μόλυνσης. Οι νέες τιμές cut off και οι νέες ονομασίες των παραμέτρων που δημιουργήθηκαν για κάθε βακτηριακό δείκτη μόλυνσης των υδάτων με βάση τα νέα αυτά όρια θετικότητας αναφέρονται παρακάτω:

Κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι (Εντερόκοκκοι)

Στον Εντερόκοκκο (όνομα παραμέτρου στη βάση δεδομένων= STREPT), η τιμή cut off είναι τα 30 cfu/100 mL και το όνομα της νέας παραμέτρου STEPTch.

- Όταν η τιμή STREPT ≥ 30 cfu/100 mL τότε STEPTch= θετικό (+)
- Όταν η τιμή STREPT < 30 cfu/100 mL τότε STEPTch= αρνητικό(-)

E.coli

Στην *E.coli* (όνομα παραμέτρου στη βάση δεδομένων= ECOL), η τιμή cut off είναι τα 80 cfu/100 mL και όνομα της νέας παραμέτρου ECOLch.

- Όταν η τιμή ECOL ≥ 80 cfu/100 mL τότε ECOLch= θετικό (+)
- Όταν η τιμή ECOL < 80 cfu/100 mL τότε ECOLch= αρνητικό (-)

Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή

Στα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή/ faecal coliforms (όνομα παραμέτρου στη βάση δεδομένων= FCOL), η τιμή cut off είναι τα 100 cfu/100 mL και το όνομα της νέας παραμέτρου FCOLch.

- Όταν η τιμή FCOL ≥ 100 cfu/100 mL τότε FCOLch= θετικό (+)
- Όταν η τιμή FCOL < 100 cfu/100 mL τότε FCOLch= αρνητικό (-)

Ολικά κολοβακτηροειδή

Στα ολικά κολοβακτηροειδή/ total coliforms (όνομα παραμέτρου στη βάση δεδομένων= TCOL), η τιμή cut off είναι τα 30 cfu/100 mL και όνομα της νέας παραμέτρου TCOLch.

- Όταν η τιμή TCOL ≥ 150 cfu/100 mL τότε TCOLch= θετικό (+)
- Όταν η τιμή TCOL < 150 cfu/100 mL τότε TCOLch= αρνητικό (-)

Το νέο cut-off όριο (30 cfu/100 mL) για τους Εντερόκοκκους βρίσκεται κοντά στο όριο της απαιτούμενης ποιότητας των θαλασσινών υδάτων (33 cfu/100 mL) που ορίζει η Αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (U.S. Environmental Protection Agency) για τους Εντερόκοκκους στις οδηγίες της για την απαιτούμενη ποιότητα των θαλασσινών υδάτων.

Στον Πίνακα 2 απεικονίζονται τα όρια των τιμών των υδάτων για την άριστη ποιότητα τους σύμφωνα με την νομοθεσία, οι νέες τιμές cut off και το ποσοστό (%) των δειγμάτων που ήταν αρνητικά (χαμηλότερη τιμή) με βάση την τιμή cut off.

Πίνακας 2.

Ποσοστό (%) των δειγμάτων θαλασσινού ύδατος που θεωρούνταν αρνητικά με βάση τις νέες τιμές cut off για κάθε βακτηριακό δείκτη

Δείκτης μόλυνσης	Όρια νομοθεσίας	Τιμή cut off (σε cfu/100 mL)	Δείγματα (%) που είναι αρνητικά με το νέο cut off
Εντερόκοκκοι	100*	30	88,9
<i>E.coli</i>	250*	80	94,4
Ολικά κολοβακτηροειδή	500**	150	92,4
Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή	100**	100	95,6

* σύμφωνα με τα επιθυμητά όρια της νέας οδηγίας 2006/7

** σύμφωνα με τα επιθυμητά όρια της Υπ.Απ.46399/1352/86

Με στόχο την εξαγωγή περισσότερων συμπερασμάτων δημιουργήθηκε επιπρόσθετα μια νέα παράμετρος που ονομάστηκε «microbiall». Η παράμετρος microbiall χαρακτηριζόταν ως θετική εάν στο δείγμα ύδατος έστω και ένας οποιοσδήποτε από τους δείκτες υπερέβαινε το νέο cut off: Εντερόκοκκοι (παράμετρος STREPT) ≥ 30 cfu/100 mL ή *E.coli* (παράμετρος ECOL) ≥ 80 cfu/100 mL ή θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή (παράμετρος FCOL) ≥ 100 cfu/100 mL ή ολικά κολοβακτηροειδή (παράμετρος TCOL) ≥ 150 cfu/100 mL. Παράλληλα, η παράμετρος microbiall χαρακτηριζόταν ως αρνητική εάν όταν στο δείγμα ύδατος όλοι οι δείκτες ήταν χαμηλότεροι από το νέο όριο cut off: Εντερόκοκκοι (STREPT) < 30 cfu/100 mL και *E.coli* (ECOL) < 80 cfu/100 mL και θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή (FCOL) < 100 cfu/100 mL ή ολικά κολοβακτηροειδή (TCOL) < 150 cfu/100 mL. Συνεπώς, ως αρνητική χαρακτηριζόταν η παράμετρος microbiall όταν συγχρόνως όλες οι παράμετροι, STREPch, TCOLch, FCOLch και ECOLch, ήταν αρνητικές και ως καθαρές ακτές ορίστηκαν οι ακτές που η παράμετρος microbiall ήταν αρνητική δηλαδή οι τιμές (σε cfu/100mL) για όλους τους βακτηριακούς δείκτες μόλυνσης ήταν κάτω από τα νέα cut off όρια που προαναφέρθηκαν.

Μεθοδολογία για την παρουσίαση χαρτών GIS των καθαρών και μολυσμένων ακτών

Η δημιουργία των χαρτών GIS (γεωγραφικών συστημάτων πληροφορικής) βασίστηκε στα αποτελέσματα των μετρήσεων ποιότητας των θαλασσινών υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ των ετών 1997-2006. Χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών μετρήσεων των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliforms), των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (faecal coliforms), των *E.coli* και των Εντερόκοκκων. Υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι των τιμών των μικροβιολογικών παραμέτρων (cfu/100mL) για κάθε παραλία και στη συνέχεια για το σύνολο των μετρούμενων ακτών ενός Δήμου. Η απεικόνιση των πληροφοριών για την ποιότητα των υδάτων των θαλασσινών ακτών έγινε σε επίπεδο Δήμου, για κάθε έτος χωριστά και για το σύνολο των δέκα ετών (1997-2006). Για τον υπολογισμό των μέσων όρων των μικροβιολογικών παραμέτρων και την απεικόνιση τους σε γεωγραφικούς χάρτες σε επίπεδο Δήμων χρησιμοποιήθηκε το επιδημιολογικό πρόγραμμα Epi-info.

Αποτελέσματα από την περιγραφική ανάλυση των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ

Κατά την χρονική περίοδο 1997-2006 επί του συνόλου των μετρήσεων, σχεδόν η απόλυτη πλειοψηφία των δειγμάτων του θαλασσινού ύδατος πληρούσε τα κριτήρια της Εθνικής νομοθεσίας και των Κοινοτικών οδηγιών (Υπ.Απ. 46399/1352/86, 76/160 ΕΟΚ, 2006/7 ΕΕ για τις μικροβιολογικές παραμέτρους, Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Ποσοστό των δειγματοληψιών των θαλασσινών υδάτων που πληρούσαν τα όρια των Κοινοτικών οδηγιών και της Εθνικής νομοθεσίας για τις μικροβιολογικές παραμέτρους

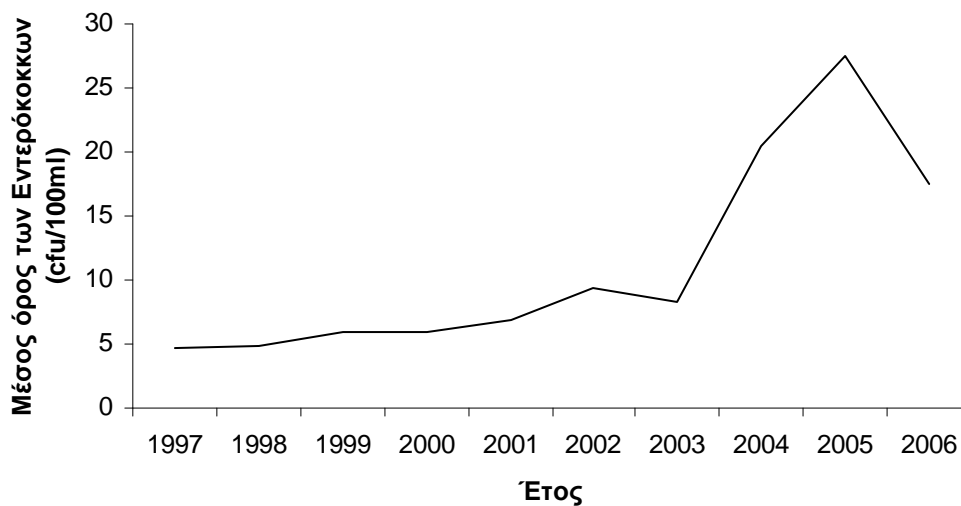
Οδηγίες ή Υπουργικές αποφάσεις	Μικροβιολογικές παράμετροι			
	<i>E.coli</i>	Faecal coliforms	Enterococci	Total coliforms
Οδηγία 76/160/ΕΟΚ (επιθυμητά όρια)	---	95.6%	99.9%	98.6%
Οδηγία 76/160/ΕΟΚ (ανώτατο επιτρεπτό όριο)	---	99.9%	---	100%
Υπ. Απ. 46399/1352/86 (επιθυμητό όριο)	---	95.6%	99.9%	98.6%
Υπ. Απ. 46399/1352/86 (ανώτατο επιτρεπτό όριο)	---	99.4%	---	100%
Οδηγία 2006/7/ΕΕ (εξαιρετική ποιότητα)	99.2%	---	99.9%	---
Οδηγία 2006/7/ΕΕ (καλή ποιότητα)	99.6%	---	100%	---

Διαχρονική τάση

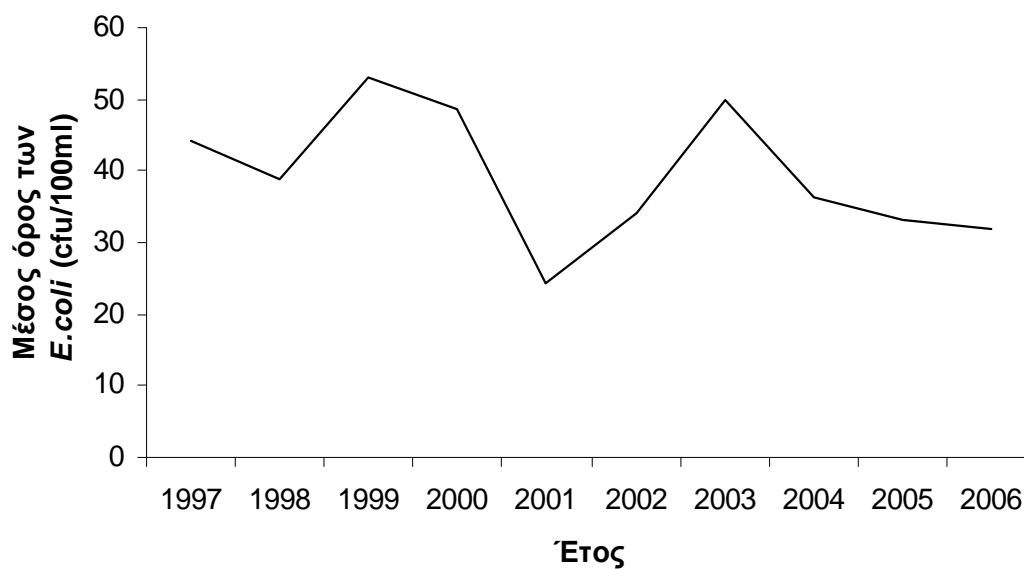
Κατά τη χρονική περίοδο 1997-2004 διαπιστώθηκε μια σταδιακή αύξηση στην ετήσια κατανομή του μέσου όρου της συγκέντρωσης των Εντερόκοκκων (cfu/mL) στα θαλασσινά ύδατα, ενώ δεν διαπιστώθηκε κάποια ιδιαίτερη τάση στις υπόλοιπες μικροβιολογικές παραμέτρους μόλυνσης δηλαδή τα ολικά κολοβακτηροειδή (TCOL), τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή (FCOL) και την *E.coli* (Εικόνες 1,2,3,4).

Επιπρόσθετα, κατά την ίδια χρονική περίοδο (1997-2006), δεν διαπιστώθηκαν ιδιαίτερες τάσεις σε άλλες παραμέτρους όπως στην παρουσία επιπλεόντων υλικών, φυκών, ορυκτελαίων, πίσσας, τσουχτρών (μεδούσων), απορρυπαντικών, φαινολών και σκουπιδιών.

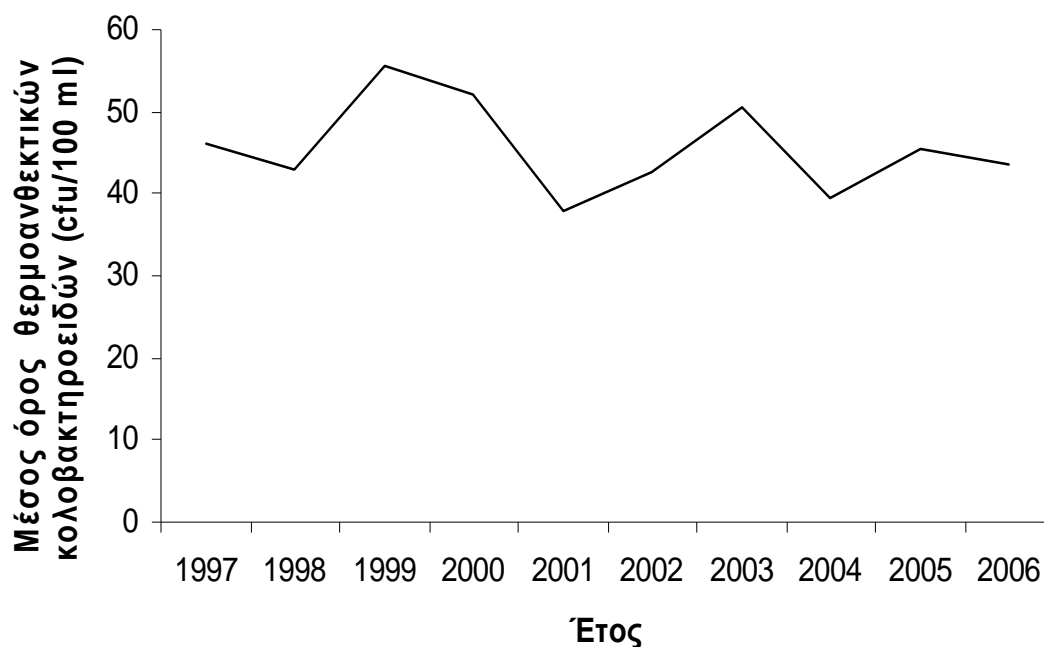
Εικόνα 1. Ετήσια κατανομή του μέσου όρου των Εντερόκοκκων (cfu/100 mL) για την περίοδο 1997-2006



Εικόνα 2. Ετήσια κατανομή του μέσου όρου της *E.coli* (cfu/100 mL) για την περίοδο 1997-2006



Εικόνα 3. Ετήσια κατανομή του μέσου όρου των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (cfu/100 mL) για την περίοδο 1997-2006



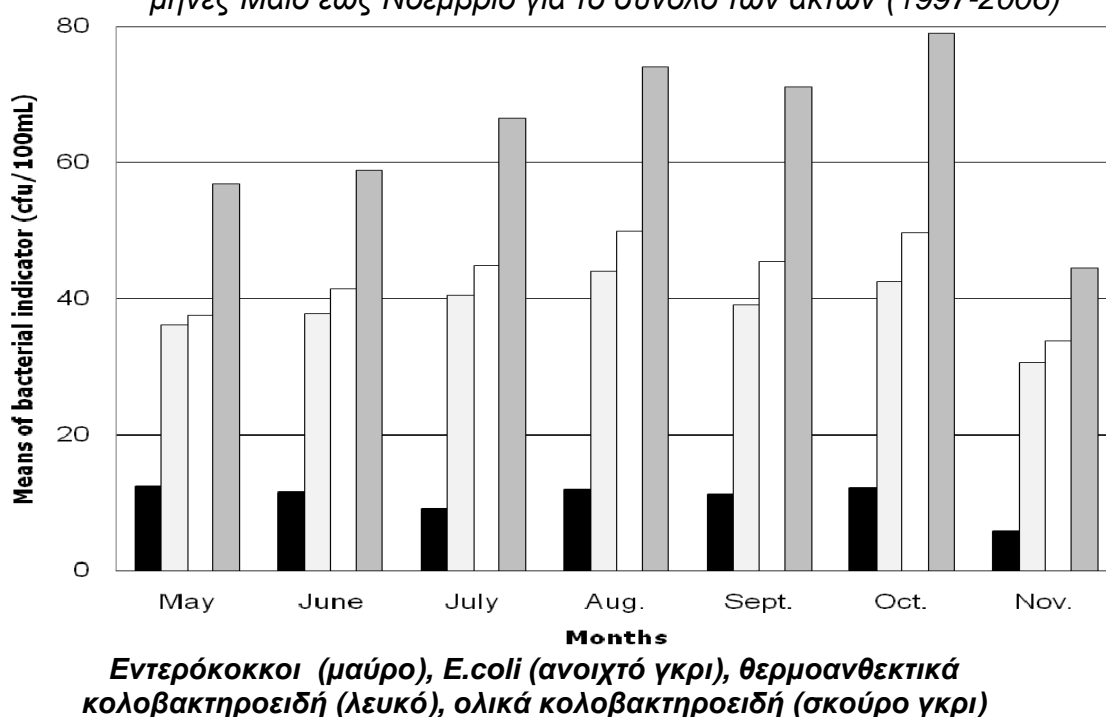
Εικόνα 4. Ετήσια κατανομή του μέσου όρου των ολικών κολοβακτηροειδών (cfu/100 mL) για την περίοδο 1997-2006



Εποχική κατανομή των μικροβιολογικών παραμέτρων

Υπό την έννοια εποχικότητα, νοούνται οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων (των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης) στη διάρκεια του χρόνου (μήνες). Από την ανάλυση της βάσης δεδομένων προκύπτει μια σταδιακή αύξηση του μέσου όρου των συγκεντρώσεων των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης από το μήνα Μάιο. Οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται τους μήνες Αύγουστο και Οκτώβριο (Εικόνα 5).

Εικόνα 5. Μέσος όρος των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης κατά τους μήνες Μάιο έως Νοέμβριο για το σύνολο των ακτών (1997-2006)



Αποτελέσματα της μονοπαραγοντικής στατιστικής ανάλυσης (univaried analysis) των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ

Από τη μονοπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ καταγράφεται ότι, η τρικυμιά της κατάστασης της θάλασσας, η βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα της δειγματοληψίας, η φαινόλη, τα σκουπίδια (απορρίμματα) και οι τσούχτρες (μέδουσες) σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με αυξημένες συγκεντρώσεις των Εντερόκοκκων. Παρομοίως, η τρικυμιά της κατάστασης της θάλασσας, η βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα της δειγματοληψίας, η φαινόλη, τα σκουπίδια

(απορρίμματα), τα απορρυπαντικά στη θάλασσα, τα ορυκτέλαια στη θάλασσα και τα φύκη στην ακτή και τη θάλασσα σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με αυξημένες συγκεντρώσεις *E.coli* στα θαλασσινά ύδατα. Επιπρόσθετα, η τρικυμιώδης κατάσταση της θάλασσας, η βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα της δειγματοληψίας, η φαινόλη, τα σκουπίδια και τα ορυκτέλαια στη θάλασσα σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με αυξημένες συγκεντρώσεις των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών. Παράλληλα, η τρικυμιώδης κατάσταση της θάλασσας, η βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα της δειγματοληψίας, η φαινόλη, τα ορυκτέλαια στη θάλασσα και οι τσούχτρες (μέδουσες) σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με αυξημένες συγκεντρώσεις των ολικών κολοβακτηροειδών. Τέλος, η τρικυμιώδης κατάσταση της θάλασσας, η βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα της δειγματοληψίας, η φαινόλη, τα επιπλέοντα αντικείμενα και οι τσούχτρες (μέδουσες) σχετίζονταν στατιστικά σημαντικά με θετικές τιμές του δείκτη microbiall.

Η παρουσία πίσσας στην ακτή και τη θάλασσα σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με χαμηλές συγκεντρώσεις όλων των μικροβιολογικών παραμέτρων στα θαλασσινά ύδατα, ενώ η παρουσία φυκών στην ακτή και ορυκτελαίων στη θάλασσα με μειωμένες τιμές Εντερόκοκκων στα θαλασσινά ύδατα.

Τα αποτελέσματα της μονοπαραγοντικής στατιστικής ανάλυσης για κάθε μικροβιολογική παράμετρο και για την παράμετρο «microbiall» σε συνάρτηση με τους υπόλοιπους επισκοπικούς δείκτες της βάσης δεδομένων καταγράφονται αναλυτικά στους πίνακες 4-8.

Αυξημένες συγκεντρώσεις των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης στο θαλασσινό νερό παρατηρούνται σε περιπτώσεις ταυτόχρονης παρουσίας βροχόπτωσης, οσμής φαινόλης και έντονου κυματισμού (απόλυτος κίνδυνος (AR)=42,8%, σχετικός κίνδυνος (RR)=3,18, CI=2,98-3,38, $p<0,001$). Ο συνδυασμός της βροχής με άλλες παραμέτρους χαρακτηρίζεται από τους συγκριτικά υψηλότερους απόλυτους και σχετικούς κινδύνους. Στις μικροβιολογικές παραμέτρους (βακτηριακοί δείκτες μόλυνσης) οι υψηλότεροι απόλυτοι κίνδυνοι (AR) παρατηρήθηκαν στην παρουσία των Εντερόκοκκων [οσμή φαινόλης: AR=22,2% (RR=1,75, CI=1,70-1,80, βροχόπτωση την ίδια ημέρα: AR= 23,1% (RR=1,74, CI=1,67-1,81), βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα: AR=23,5% (RR=1,81, CI=1,76-1,87), κυματισμός: AR=16% (RR=1,54, CI=1,50-1,58), σκουπίδια AR=15,4% (RR=1,13, CI=1,09-1,17)] και την παρουσία των ολικών κολοβακτηροειδών [οσμή φαινόλης AR=23,1% (RR=2,88, CI=2,80-2,97), βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα AR=19% (RR=2,09, CI=2,02-2,17), βροχόπτωση την ίδια ημέρα AR= 19,7% (RR=2,11, CI=2,02-2,21), κυματισμός AR= 11,5% (RR=1,55, CI=1,50-1,60), σκουπίδια AR=9,9% (RR=1,00, CI=0,96-1,05), [πίνακας 9].

Πίνακας 4. Μονοπαραγοντική ανάλυση για τους Εντερόκοκκους

Παράμετρος	RR	95% CI	p-value
Κατάσταση θάλασσας	1,538	1,500-1,577	<0,001
Βροχόπτωση την ίδια ημέρα	1,738	1,673-1,805	<0,001
Βροχόπτωση την προηγ. ημέρα	1,814	1,758-1,871	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,374	0,236-0,595	<0,001
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	0,631	0,440-0,905	0,004
Φαινόλες	1,753	1,704-1,802	<0,001
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	0,922	0,829-1,025	0,067
Επιπλέοντα αντικείμενα	1,067	0,997-1,140	<0,001
Φύκη στη θάλασσα	1,029	0,999-1,060	<0,001
Τσούχτρες (μέδουσες)	1,661	1,423-1,938	<0,001
Πίσσα στην ακτή	0,451	0,375-0,543	<0,001
Ορυκτέλαια στην ακτή	0,732	0,483-1,110	0,076
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,131	1,094-1,170	<0,001
Φύκη στην ακτή	0,907	0,884-0,931	<0,001

RR= σχετικός κίνδυνος, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 5. Μονοπαραγοντική ανάλυση για την *E.coli*

Παράμετρος	RR	95% CI	p-value
Κατάσταση θάλασσας	1,278	1,230-1,328	<0,001
Βροχόπτωση την ίδια ημέρα	1,947	1,832-2,070	<0,001
Βροχόπτωση την προηγ. ημέρα	2,013	1,914-2,118	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,630	0,370-1,073	0,0455
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	2,125	1,613-2,799	<0,001
Φαινόλες	1,824	1,742-1,910	<0,001
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	1,154	0,995-1,339	0,0347
Επιπλέοντα αντικείμενα	0,893	0,793-1,005	<0,001
Φύκη στη θάλασσα	1,133	1,083-1,186	<0,001
Τσούχτρες (μέδουσες)	0,881	0,602-1,290	<0,001
Πίσσα στην ακτή	0,413	0,307-0,554	<0,001
Ορυκτέλαια στην ακτή	1,374	0,872-2,165	0,1155
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,138	1,078-1,202	<0,001
Φύκη στην ακτή	1,188	1,143-1,235	<0,001

RR= σχετικός κίνδυνος, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 6. Μονοπαραγοντική ανάλυση για τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή

Παράμετρος	RR	95% CI	p-value
Κατάσταση θάλασσας	1,319	1,267-1,372	<0,001
Βροχόπτωση την ίδια ημέρα	2,073	1,949-2,205	<0,001
Βροχόπτωση την προηγ. ημέρα	2,167	2,059-2,280	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,266	0,111-0,634	0,001
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	1,667	1,193-2,329	0,004
Φαινόλες (οσμή)	1,978	1,888-2,072	<0,001
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	0,949	0,799-1,127	0,292
Επιπλέοντα αντικείμενα	0,995	0,886-1,118	<0,001
Φύκη στη θάλασσα	1,179	1,125-1,235	<0,001
Τσούχτρες (μέδουσες)	0,871	0,585-1,298	0,287
Πίσσα στην ακτή	0,331	0,234-0,466	<0,001
Ορυκτέλαια στην ακτή	0,550	0,250-1,208	0,0759
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,214	1,149-1,283	<0,001
Φύκη στην ακτή	1,146	1,100-1,193	<0,001

RR= σχετικός κίνδυνος, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 7. Μονοπαραγοντική ανάλυση για τα ολικά κολοβακτηροειδή

Παράμετρος	RR	95% CI	p-value
Κατάσταση θάλασσας	1,549	1,503-1,598	<0,001
Βροχόπτωση την ίδια ημέρα	2,112	2,023-2,206	<0,001
Βροχόπτωση την προηγ. ημέρα	2,093	2,017-2,172	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,523	0,329-0,831	0,001
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	1,310	0,988-1,738	0,044
Φαινόλες (οσμή)	2,881	2,797-2,967	<0,001
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	1,013	0,896-1,146	0,426
Επιπλέοντα αντικείμενα	0,768	0,695-0,849	<0,001
Φύκη στη θάλασσα	1,072	1,034-1,111	<0,001
Τσούχτρες (μέδουσες)	2,267	1,936-2,654	<0,001
Πίσσα στην ακτή	0,466	0,374-0,579	<0,001
Ορυκτέλαια στην ακτή	0,836	0,522-1,336	0,268
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,001	0,957-1,047	<0,001
Φύκη στην ακτή	1,007	0,976-1,039	<0,001

RR= σχετικός κίνδυνος, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 8. Μονοπαραγοντική ανάλυση του δείκτη microbiall

Παράμετρος	RR	95% CI	p-value
Κατάσταση στη θάλασσα	1,388	1,3605-1,4155	<0,001
Βροχόπτωση ίδια ημέρα	1,597	1,5481-1,6476	<0,001
Βροχόπτωση προηγ. ημέρα	1,650	1,6087-1,6933	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,564	0,4159-0,7651	<0,001
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	1,080	0,8787-1,3279	0,252
Φαινόλες (οσμή)	1,802	1,7634-1,8409	<0,001
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	1,073	0,9934-1,1590	0,041
Επιπλέοντα αντικείμενα	0,946	0,8919-1,0025	<0,001
Φύκη στη θάλασσα	1,034	1,0096-1,0585	<0,001
Τσούχτρες (μέδουσες)	1,545	1,3612-1,7524	<0,001
Πίσσα στην ακτή	0,556	0,4847-0,6366	<0,001
Ορυκτέλαια στην ακτή	0,977	0,7383-1,2930	0,477
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,065	1,0352-1,0952	<0,001
Φύκη στην ακτή	0,981	0,9606-1,0011	<0,001

RR= σχετικός κίνδυνος, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 9. Οι συσχετίσεις μικροβιολογικών παραμέτρων με τις πιο σημαντικές επισκοπικές παραμέτρους (*p<0,05)

		Οσμή φαινόλης		Βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα		Βροχόπτωση		Έντονος κυματισμός		Πίσσα στις ακτές		Βροχή προηγ. ημέρα, φαινόλη και κυματισμός	
		ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Ολικά κολοβακτηροειδή (cut off level= 150 cfu/100mL)		5051/ 21859 23,1%	12565/ 156652 8,0%	2725/ 14353 19,0%	14891/ 164158 9,1%	1858/ 9437 19,7%	15758/ 169074 9,3%	12250/ 106340 11,5%	5366/ 72171 7,4%	77/ 1667 4,6%	17539/ 176844 9,9%	460/ 1251 36,8%	3784/ 61480 6,2%
	%												
	RR	2,88 *		2,09 *		2,11 *		1,55 *		0,47 *		5,97 *	
	CI	2,80 -2,97		2,02 -2,17		2,02 -2,21		1,50 -1,60		0,37 -0,58		5,52 -6,47	
Θερμοανθετικά κολοβακτηροειδή (cut off level= 100 cfu/100mL)		1991/ 18799	8152/ 152239	1554/ 13182	8589/ 157856	1001/ 8580	9142/ 162458	6632/ 100722	3511/ 70316	32/ 1622	10111/ 169416	158/ 949	2550/ 60246
	%	10,6%	5,4%	11,8%	5,4%	11,7%	5,6%	6,6%	5,0%	2,0%	6,0%	16,6%	4,2%
	RR	1,98 *		2,17 *		2,07 *		1,32 *		0,33 *		3,93 *	
	CI	1,89 -2,07		2,06 -2,28		1,95 -2,20		1,27 -1,37		0,23 -0,47		3,39 -4,56	
<i>E.coli</i> (cut off level= 80 cfu/100mL)		1997/ 18805	8906/ 152993	1564/ 13192	9339/ 158606	1014/ 8593	9889/ 163205	7050/ 101140	3853/ 70658	43/ 1633	10860/ 170165	75/ 866	2820/ 60516
	%	10,6%	5,8%	11,9%	5,9%	11,8%	6,1%	7,0%	5,5%	2,6%	6,4%	8,7%	4,7%
	RR	1,82 *		2,01 *		1,95 *		1,28 *		0,41 *		1,86 *	
	CI	1,74 -1,91		1,91 -2,12		1,83 -2,07		1,23 -1,33		0,31 -0,55		1,49 -2,31	
Εντερόκοκκοι (cut off level= 30 cfu/100mL)		4804/ 21612	20926/ 165013	3563/ 15191	22167/ 171434	2272/ 9851	23458/ 176774	17959/ 112049	7771/ 74576	106/ 1696	25624/ 184929	426/ 1217	5792/ 5792
	%	22,2%	12,7%	23,5%	12,9%	23,1%	13,3%	16,0%	10,4%	6,3%	13,9%	35,0%	9,1%
	RR	1,75 *		1,81 *		1,74 *		1,54 *		0,45 *		3,84 *	
	CI	1,70 -1,80		1,76 -1,87		1,67 -1,81		1,50 -1,58		0,37 -0,54		3,54 -4,16	
«Microball»		7483/ 24291	29717/ 173804	4843/ 16471	32357/ 181624	3104/ 10683	34096/ 187412	25203/ 119293	11997/ 78802	186/ 1776	37014/ 196319	592/ 1383	9013/ 66709
	%	30,8%	17,1%	29,4%	17,8%	29,1%	18,2%	16,8%	12,5%	10,5%	18,9%	42,8%	13,5%
	RR	1,80*		1,65*		1,60 *		1,39 *		0,56 *		3,17 *	
	CI	1,76-1,84		1,61 -1,69		1,55 -1,65		1,36 -1,42		0,48 -0,64		2,97 -3,38	

Αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής στατιστικής ανάλυσης (logistic regression analysis) των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ

Στην πολυπαραγοντική ανάλυση (logistic regression analysis) των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ καταγράφεται ότι η οσμή φαινόλης, η βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα, η τρικυμιώδης κατάσταση της θάλασσας, η παρουσία σκουπιδιών στην ακτή και οι τσούχτρες (μέδουσες) σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με αυξημένες συγκεντρώσεις των Εντερόκοκκων στα θαλασσινά ύδατα. Παρομοίως, η οσμή φαινόλης, η βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα, η τρικυμιώδης κατάσταση της θάλασσας, η παρουσία σκουπιδιών στην ακτή, τα απορρυπαντικά στη θάλασσα, τα φύκια στην ακτή και τα ορυκτέλαια στη θάλασσα σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με αυξημένες συγκεντρώσεις της *E.coli*. Με ανάλογο τρόπο η οσμή φαινόλης, η βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα, η τρικυμιώδη κατάσταση της θάλασσας, η παρουσία σκουπιδιών στην ακτή, τα φύκια στην ακτή και τη θάλασσα και τα ορυκτέλαια στη θάλασσα σχετίζονται με αυξημένες συγκεντρώσεις των θερμοανθεκτικών κολοβακτηριοειδών. Η οσμή φαινόλης, η βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα, η τρικυμιώδης κατάσταση της θάλασσας, η παρουσία σκουπιδιών στην ακτή, τα απορρυπαντικά στη θάλασσα, τα φύκια στη θάλασσα, τα ορυκτέλαια στη θάλασσα και οι τσούχτρες σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με αυξημένες συγκεντρώσεις των ολικών κολοβακτηριοειδών στα θαλασσινά ύδατα.

Ο δείκτης *microbiall* σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με την παρουσία απορρυπαντικών στη θάλασσα, την οσμή φαινόλης, τη βροχόπτωση την ίδια και την προηγούμενη ημέρα, την τρικυμιώδη κατάσταση της θάλασσας, την παρουσία σκουπιδιών στην ακτή, τα απορρυπαντικά στη θάλασσα και τις τσούχτρες.

Με την παρουσία πίσσας στην ακτή και τη θάλασσα παρατηρήθηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις όλων των παραπάνω μικροβιολογικών δεικτών μόλυνσης στα θαλασσινά ύδατα συμπεριλαμβανομένου και του δείκτη *microbiall*. Στην περίπτωση της πίσσας στην ακτή, η συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική για όλες τις μικροβιολογικές παραμέτρους.

Τα αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής στατιστικής ανάλυσης για τις μικροβιολογικές παραμέτρους και για τη νέα παράμετρο «*microbiall*» σε συνάρτηση με τους υπόλοιπους δείκτες των θαλασσινών υδάτων συνοψίζονται στους πίνακες 10-14. Στον πίνακα 15 συνοψίζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής στατιστικής ανάλυσης των επισκοπικών παραμέτρων (οσμή φαινόλης, βροχή, κυματισμός, σκουπίδια και πίσσα) στα οποία διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με όλες τις μικροβιολογικές παραμέτρους.

Πίνακας 10. Πολυπαραγοντική ανάλυση για τους Εντερόκοκκους

Παράμετρος	OR	95% CI	p-value
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	1,011	0,892-1,147	0,860
Επιπλέοντα αντικείμενα	1,031	0,945-1,125	0,493
Φύκη στην ακτή	0,803	0,773-0,834	<0,001
Φύκη στη θάλασσα	1,153	1,105-1,204	<0,001
Ορυκτέλαια ακτή	0,872	0,525-1,449	0,597
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	0,655	0,426-1,007	0,054
Φαινόλες (οσμή)	1,864	1,798-1,933	<0,001
Πίσσα στην ακτή	0,459	0,374-0,562	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,476	0,286-0,792	0,004
Βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα	1,777	1,694-1,863	<0,001
Βροχόπτωση την ίδια ημέρα	1,267	1,196-1,343	<0,001
Κατάσταση θάλασσας	1,591	1,545-1,637	<0,001
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,291	1,233-1,353	<0,001
Τσούχτρες	1,961	1,594-2,413	<0,001

OR= Odds Ratio, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 11. Πολυπαραγοντική ανάλυση για το E.coli

Παράμετρος	OR	95% CI	p-value
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	1,244	1,052-1,472	0,011
Επιπλέοντα αντικείμενα	0,702	0,612-0,805	<0,001
Φύκη στην ακτή	1,251	1,187-1,319	<0,001
Φύκη στη θάλασσα	1,063	1,001-1,129	0,047
Ορυκτέλαια στην ακτή	0,753	0,418-1,354	0,343
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	2,469	1,705-3,575	<0,001
Φαινόλες (οσμή)	1,984	1,882-2,090	<0,001
Πίσσα στην ακτή	0,391	0,285-0,536	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,766	0,423-1,387	0,379
Βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα	1,813	1,694-1,941	<0,001
Βροχόπτωση την ίδια ημέρα	1,387	1,277-1,506	<0,001
Κατάσταση θάλασσας	1,208	1,160-1,259	<0,001
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,096	1,024-1,172	0,008
Τσούχτρες	0,878	0,583-1,322	0,534

OR= Odds Ratio, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 12. Πολυπαραγοντική ανάλυση για τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή (FCOL)

Παράμετρος	OR	95% CI	p-value
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	1,027	0,850-1,240	0,784
Επιπλέοντα αντικείμενα	0,774	0,675-0,886	<0,001
Φύκη στην ακτή	1,133	1,072-1,198	<0,001
Φύκη στη θάλασσα	1,149	1,080-1,223	<0,001
Ορυκτέλαια στην ακτή	0,314	0,130-0,757	0,010
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	2,351	1,564-3,533	<0,001
Φαινόλες (οσμή)	2,125	2,016-2,240	<0,001
Πίσσα στην ακτή	0,339	0,237-0,484	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,402	0,163-0,995	0,049
Βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα	1,915	1,787-2,052	<0,001
Βροχόπτωση την ίδια ημέρα	1,404	1,291-1,527	<0,001
Κατάσταση θάλασσας	1,252	1,199-1,307	<0,001
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,211	1,131-1,297	<0,001
Τσούχτρες	0,922	0,603-1,411	0,709

OR= Odds Ratio, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 13. Πολυπαραγοντική ανάλυση για τα ολικά κολοβακτηροειδή (TCOL)

Παράμετρος	OR	95% CI	p-value
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	1,261	1,092-1,455	0,002
Επιπλέοντα αντικείμενα	0,634	0,563-0,715	<0,001
Φύκη στην ακτή	1,084	1,037-1,134	<0,001
Φύκη στη θάλασσα	1,178	1,120-1,238	<0,001
Ορυκτέλαια στην ακτή	0,494	0,273-0,893	0,020
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	1,545	1,064-2,243	0,022
Φαινόλες (οσμή)	3,423	3,297-3,554	<0,001
Πίσσα στην ακτή	0,498	0,392-0,633	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,615	0,364-1,038	0,069
Βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα	1,854	1,755-1,959	<0,001
Βροχόπτωση την ίδια ημέρα	1,522	1,426-1,625	<0,001
Κατάσταση θάλασσας	1,465	1,415-1,516	<0,001
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,074	1,014-1,137	0,014
Τσούχτρες	2,350	1,892-2,919	<0,001

OR= Odds Ratio, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 14. Πολυπαραγοντική ανάλυση για τον δείκτη Microbiall

Παράμετρος	OR	95% CI	p-value
Απορρυπαντικά στη θάλασσα	1,241	1,122-1,372	<0,001
Επιπλέοντα αντικείμενα	0,854	0,790-0,924	<0,001
Φύκη στην ακτή	0,957	0,927-0,988	0,007
Φύκη στη θάλασσα	1,103	1,064-1,144	<0,001
Ορυκτέλαια στην ακτή	0,838	0,566-1,243	0,380
Ορυκτέλαια στη θάλασσα	1,140	0,851-1,529	0,380
Φαινόλες (οσμή)	2,099	2,036-2,164	<0,001
Πίσσα στην ακτή	0,540	0,461-0,633	<0,001
Πίσσα στη θάλασσα	0,605	0,420-0,871	0,007
Βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα	1,673	1,605-1,745	<0,001
Βροχόπτωση την ίδια ημέρα	1,265	1,202-1,331	<0,001
Κατάσταση θάλασσας	1,420	1,386-1,455	<0,001
Σκουπίδια (απορρίμματα)	1,154	1,108-1,201	<0,001
Τσούχτρες	1,716	1,427-2,063	<0,001

OR= Odds Ratio, CI= όρια αξιοπιστίας

Πίνακας 15.

Odds ratio και p values μετά την πολυπαραγοντική στατιστική ανάλυση των επισκοπικών παραμέτρων: οσμή φαινόλης, βροχή, κυματισμός, σκουπίδια (απορρίματα) και πίσσα

	Οσμή φαινόλης		Βροχή Προηγούμενη ημέρα		Βροχή ίδια ημέρα		Κυματισμός		Σκουπίδια		Πίσσα στις ακτές	
	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value
	95% CI		95% CI		95% CI		95% CI		95% CI		95% CI	
Ολικά κολοβακτηροειδή (cut off level= 150 cfu/100mL)	3,423	<0,001	1,854	<0,001	1,522	<0,001	1,465	<0,001	1,074	<0,001	0,498	<0,001
	3,297-3,554		1,755-1,959		1,426-1,625		1,415-1,516		1,014-1,137		0,392-0,633	
Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή (cut off level= 100 cfu/100mL)	2,125	<0,001	1,915	<0,001	1,404	<0,001	1,252	<0,001	1,211	<0,001	0,339	<0,001
	2,016-2,240		1,787-2,052		1,291-1,527		1,199-1,307		1,131-1,297		0,237-0,484	
<i>E.coli</i> (cut off level= 80 cfu/100mL)	1,984	<0,001	1,813	<0,001	1,387	<0,001	1,208	<0,001	1,096	0,008	0,391	<0,001
	1,882-2,090		1,694-1,941		1,277-1,506		1,160-1,259		1,024-1,172		0,285-0,536	
Εντερόκοκκοι (cut off level= 30 cfu/100mL)	1,864	<0,001	1,777	<0,001	1,267	<0,001	1,591	<0,001	1,291	<0,001	0,459	<0,001
	1,798-1,933		1,694-1,863		1,196-1,343		1,545-1,637		1,233-1,353		0,374-0,562	
Δείκτης «Microbial»	2,099	<0,001	1,673	<0,001	1,265	0,967	1,420	<0,001	1,154	<0,001	0,540	<0,001
	2,034-2,164		1,605-1,745		1,202-1,331		1,386-1,455		1,108-1,201		0,461-0,633	

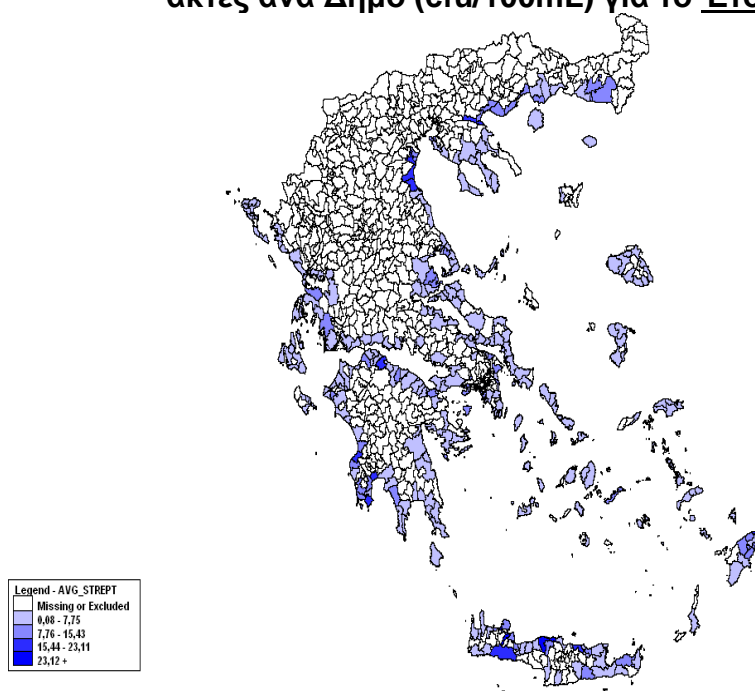
Η παρουσίαση των χαρτών GIS των καθαρών και μολυσμένων ακτών

Με βάση τη χρωματική τους απεικόνιση στους χάρτες GIS οι νησιωτικές περιοχές της χώρας (με εξαίρεση κάποιους Δήμους της κεντρικής βόρειας Κρήτης) διαθέτουν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης. Οι συγκριτικά υψηλότερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στις θαλάσσιες περιοχές της Δυτικής Πελοποννήσου, του Κορινθιακού κόλπου, του Πατραϊκού κόλπου, του Αργοσαρωνικού, της κεντρικής βόρειας Κρήτης, του Παγασσητικού, της Ανατολικής Αττικής και της βόρειας Ρόδου.

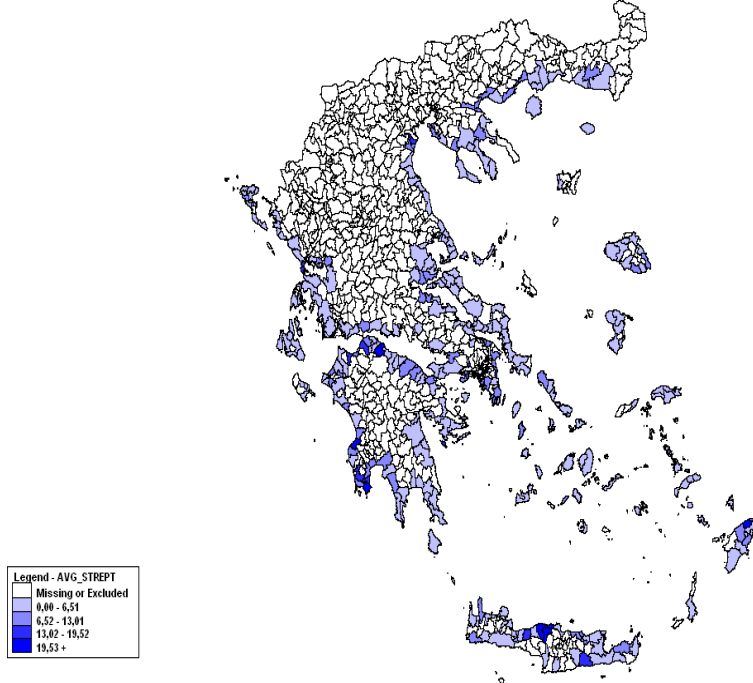
Στο σύνολο των ετών 1997-2006, οι Δήμοι που τα ύδατα τους χαρακτηρίζονταν, συγκριτικά με την υπόλοιπη χώρα, από τις υψηλότερες μέσες τιμές στις συγκεντρώσεις των Στρεπτοκόκκων ήταν οι Δήμοι Γαστούνης (μέση τιμή 29 cfu/100mL), Αιγίου (μέση τιμή 28 cfu/100mL), Βόλου (μέση τιμή 26 cfu/100mL), Φοίνικα Κρήτης (μέση τιμή 26 cfu/100mL), Ελευσίνας (μέση τιμή 26 cfu/100mL), Πατρών (μέση τιμή 25 cfu/100mL) και Ναυπάκτου (μέση τιμή 25 cfu/100mL). Ο Δήμος Γαστούνης εμφάνισε την υψηλότερη μέση συγκέντρωση για την *E.coli* (μέση τιμή 507 cfu/100mL). Επιπρόσθετα ο Δήμος Γαστούνης (μέση τιμή 581 cfu/100mL) και ο Δήμος Αιγίου (μέση τιμή 398 cfu/100mL) εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών καθώς και των ολικών κολοβακτηροειδών (μέση τιμή 887 cfu/100mL και 616 cfu/100mL, αντίστοιχα).

Ακολουθούν αναλυτικά οι απεικονίσεις των χαρτών GIS με βάση τις μέσες τιμές των μικροβιολογικών παραμέτρων σε επίπεδο Δήμων.

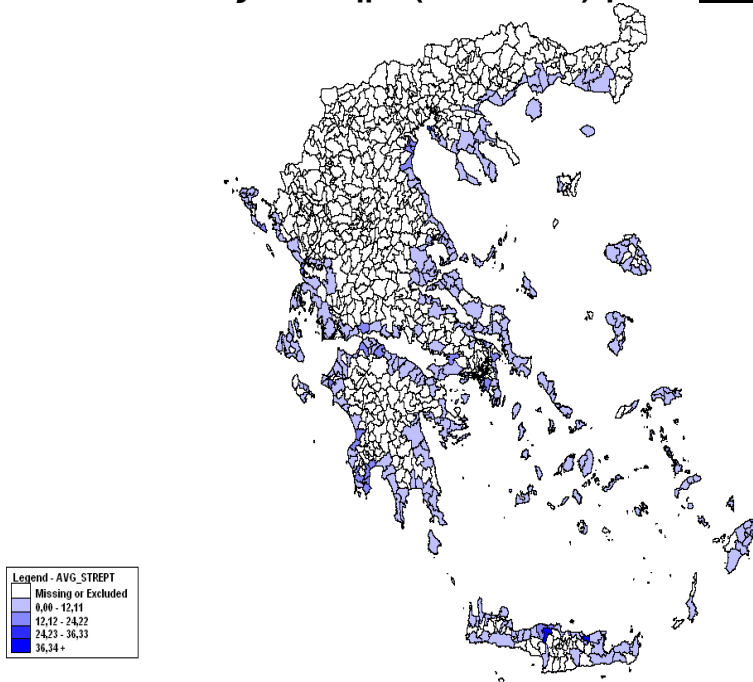
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 1997



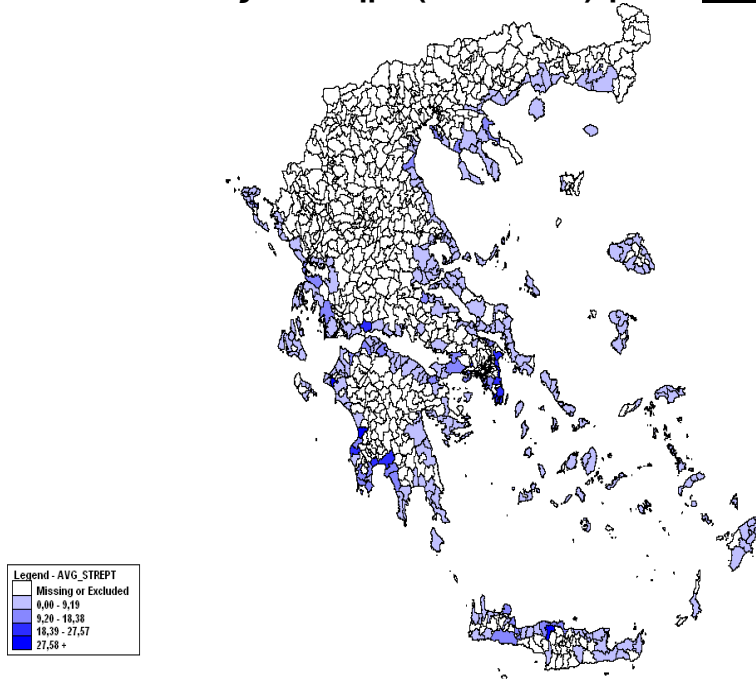
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 1998



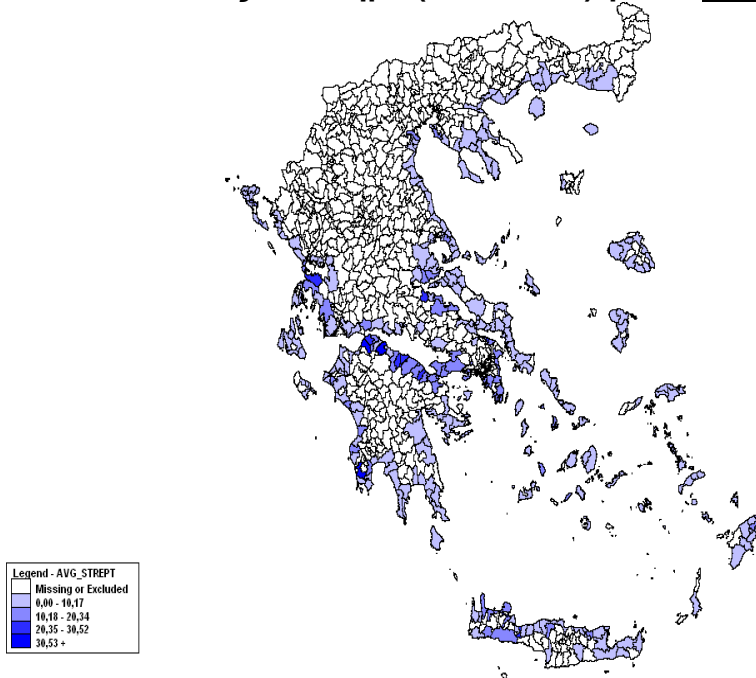
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 1999



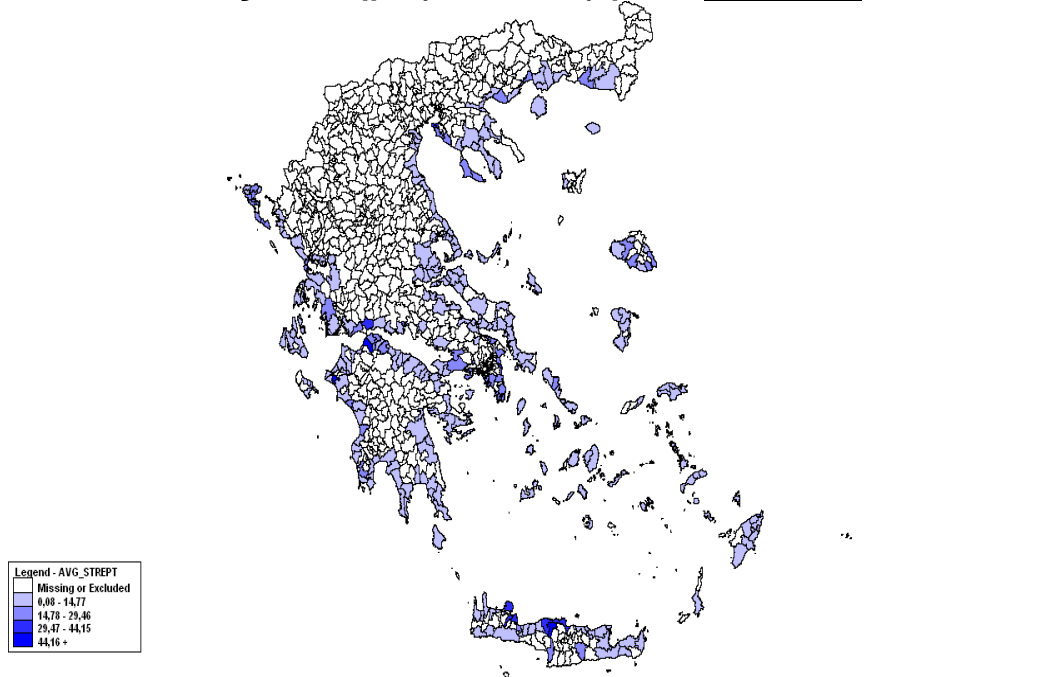
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2000



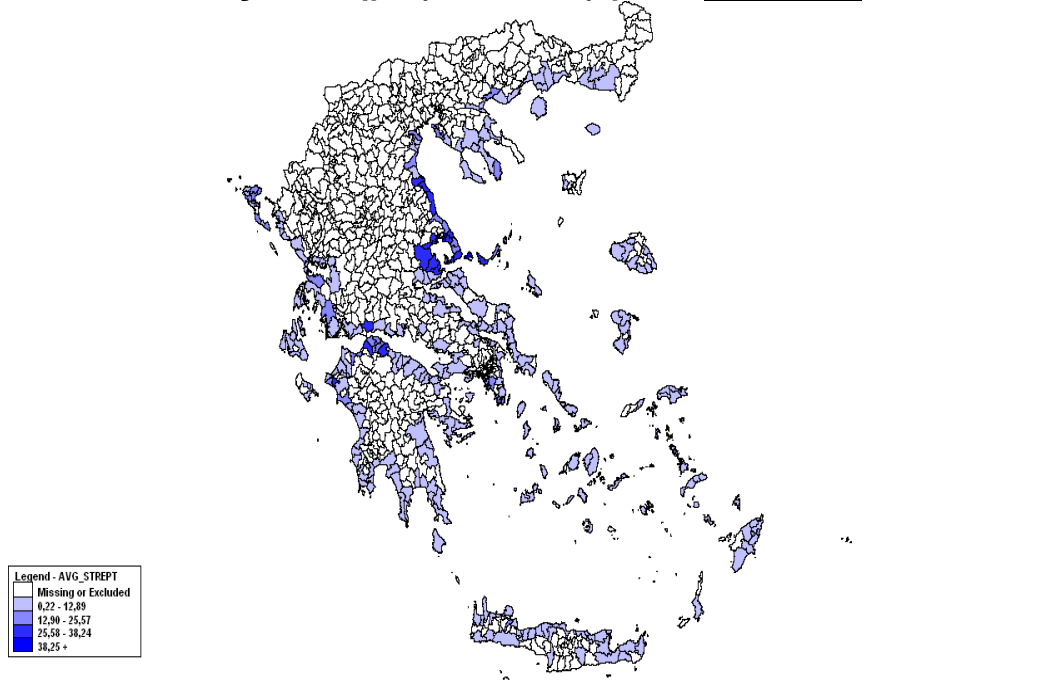
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2001



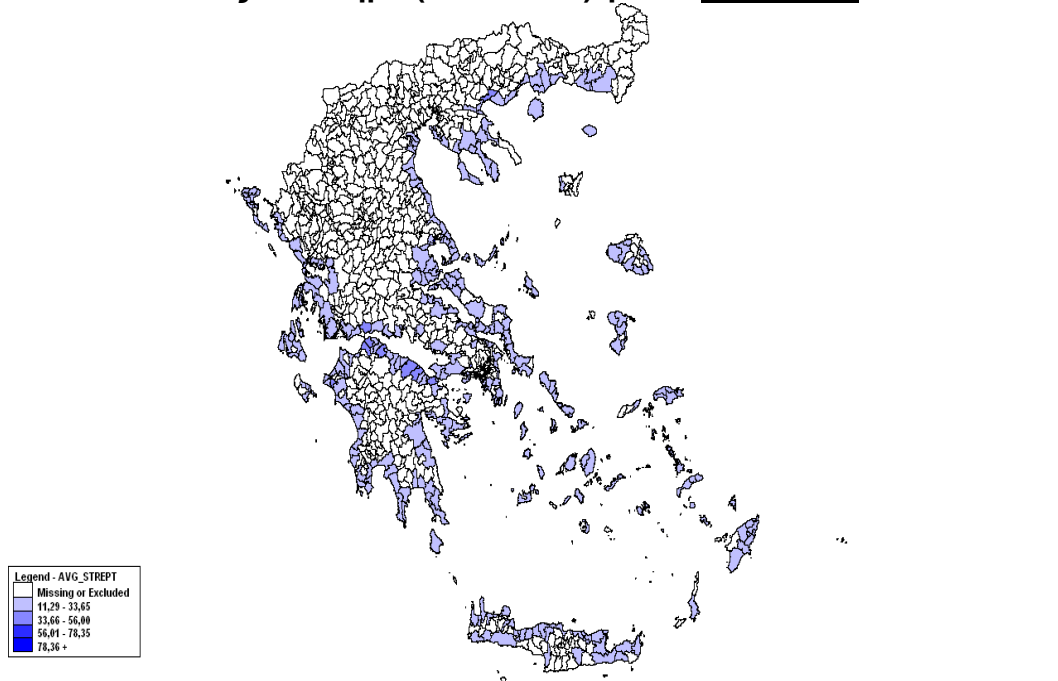
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2002



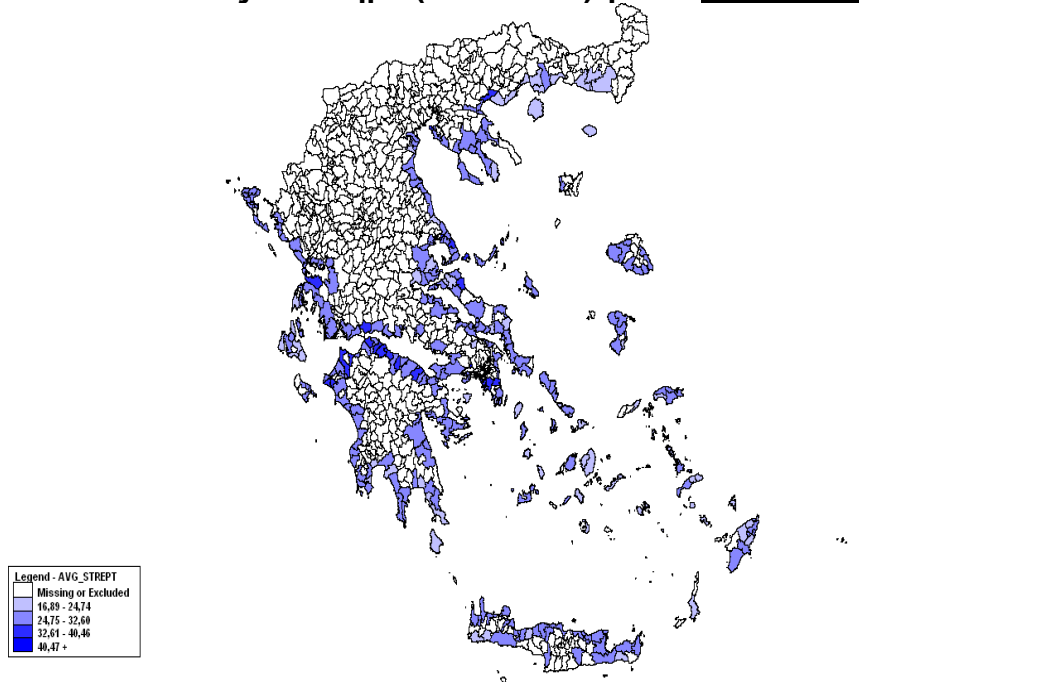
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2003



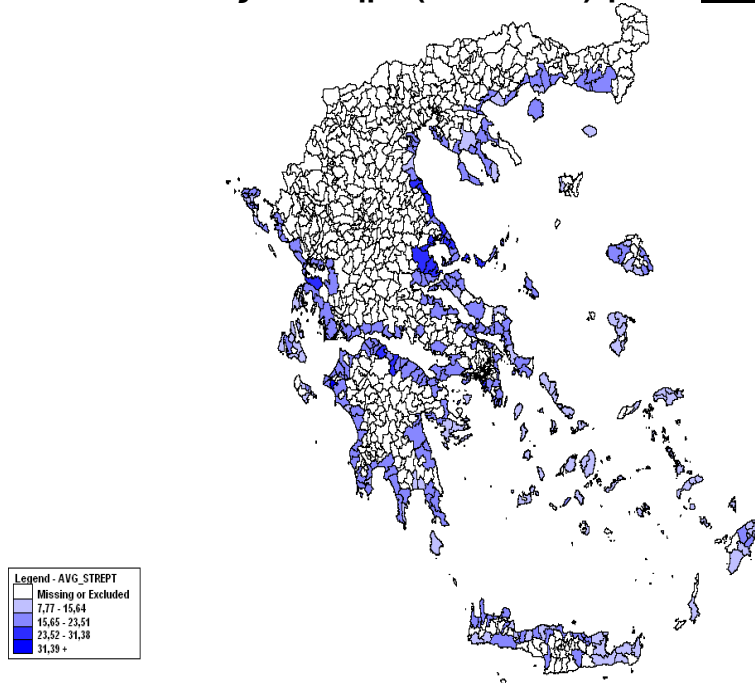
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2004



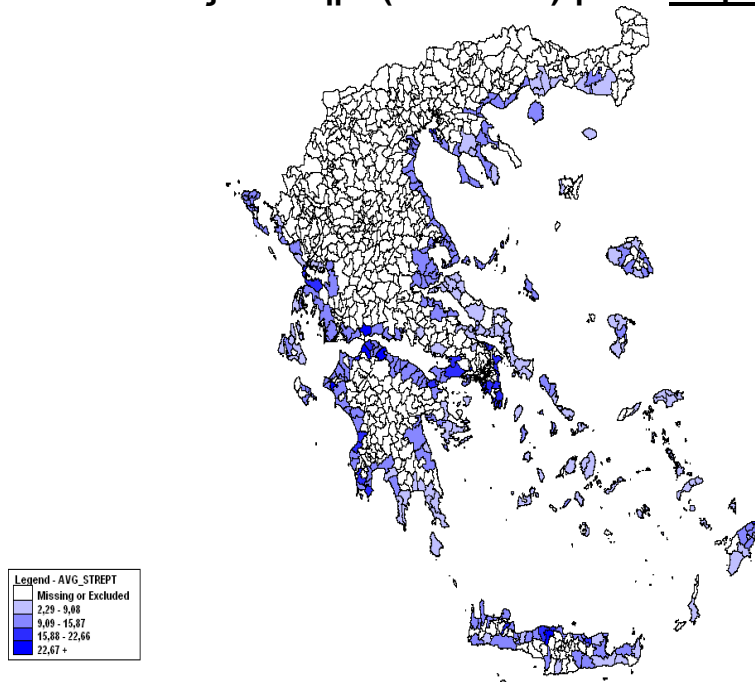
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2005



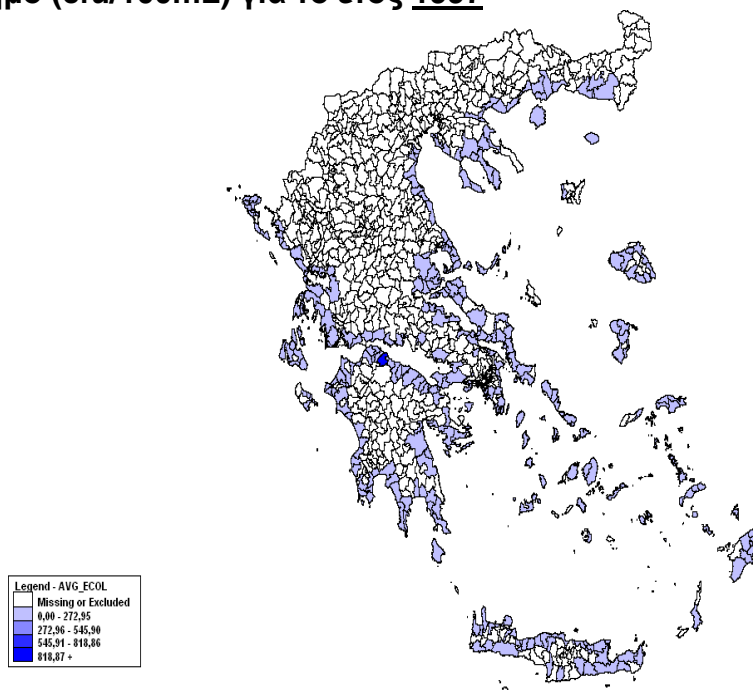
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2006



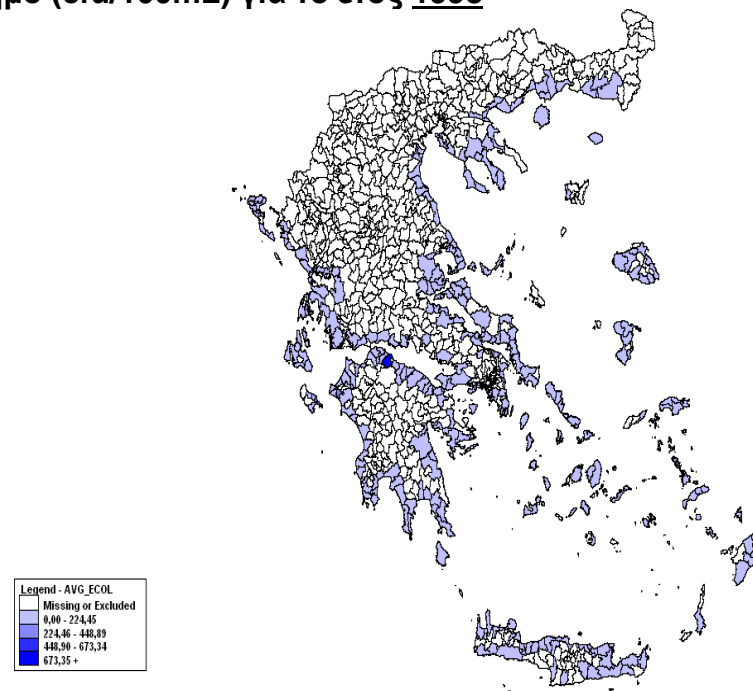
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των Εντερόκοκκων με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για τα Έτη 1997-2006



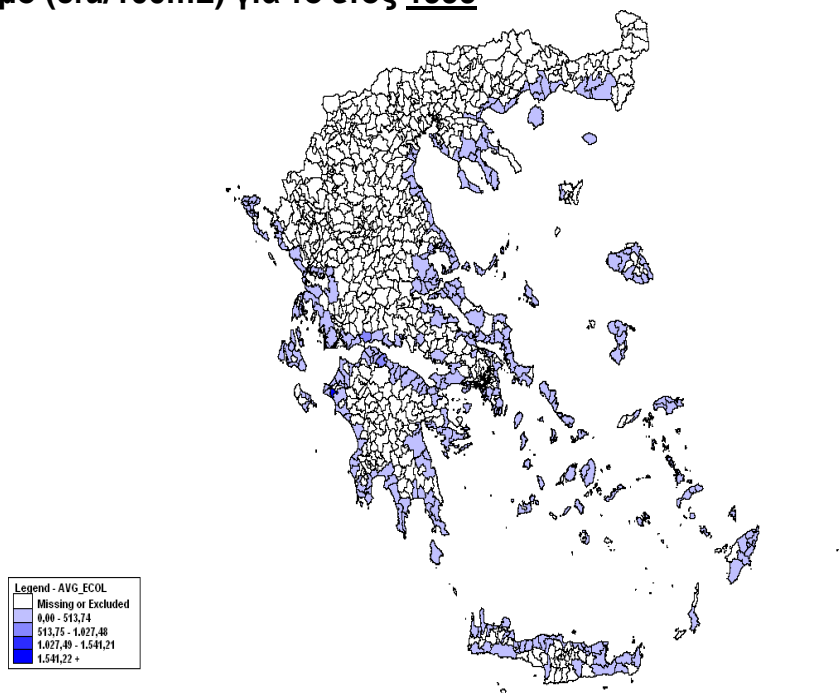
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 1997



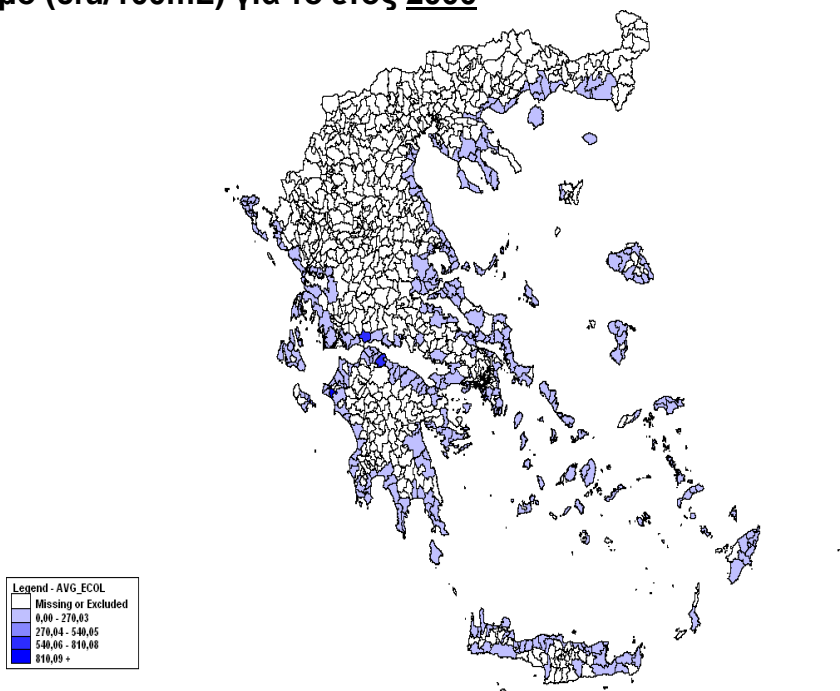
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 1998



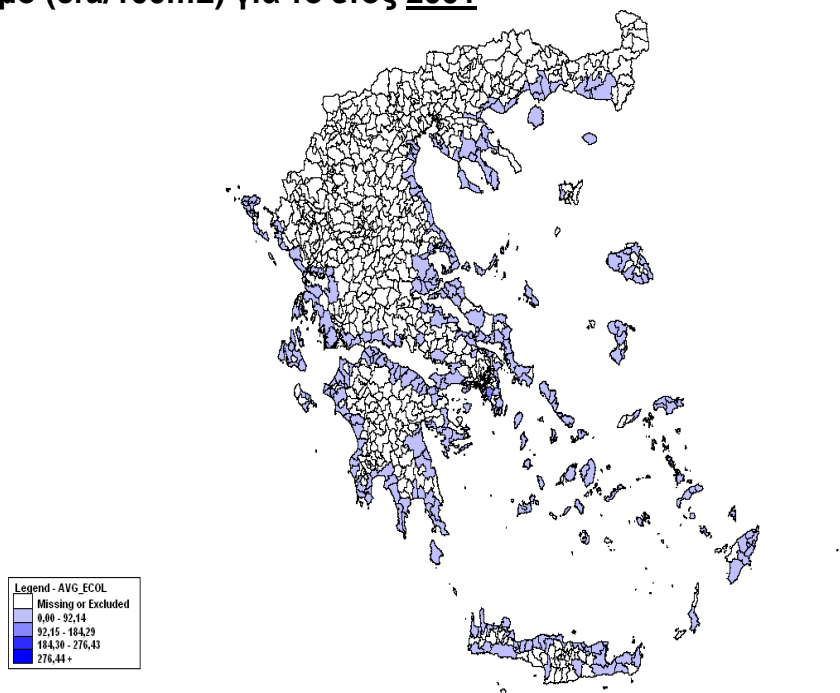
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 1999



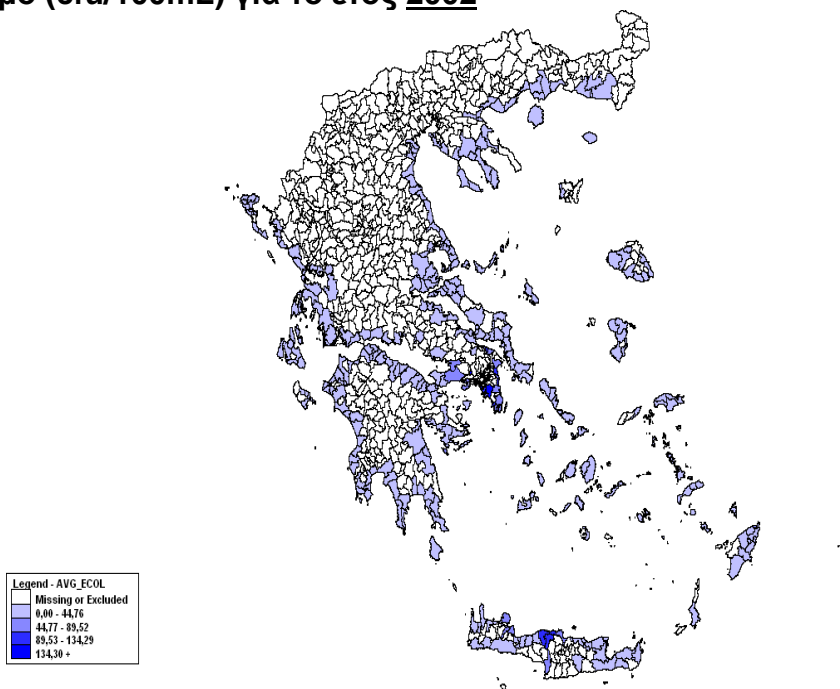
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 2000



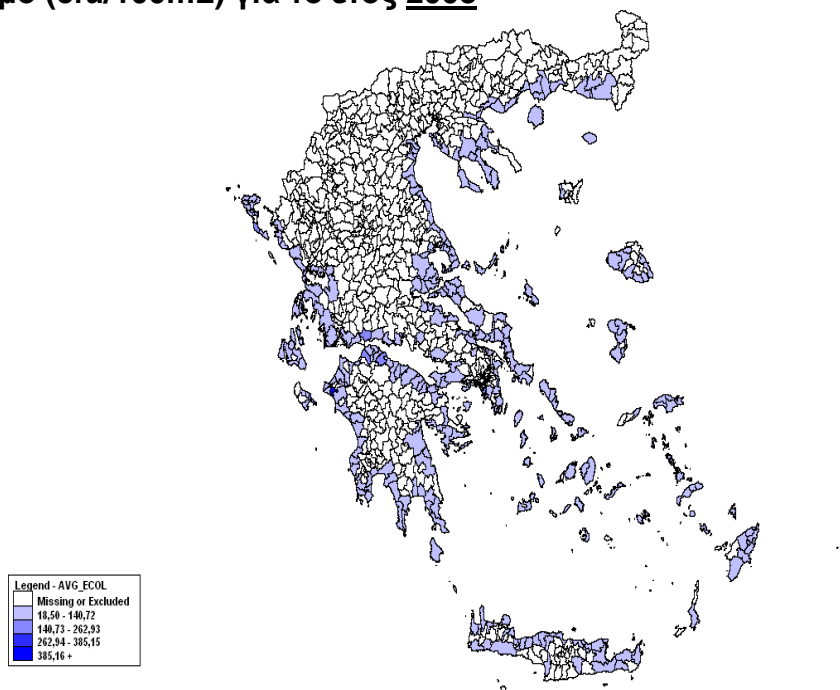
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 2001



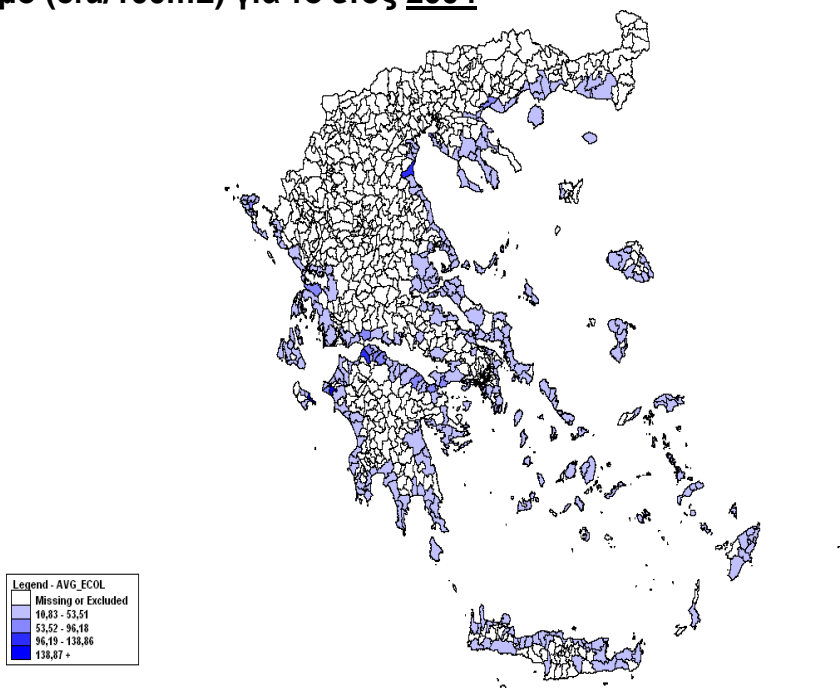
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 2002



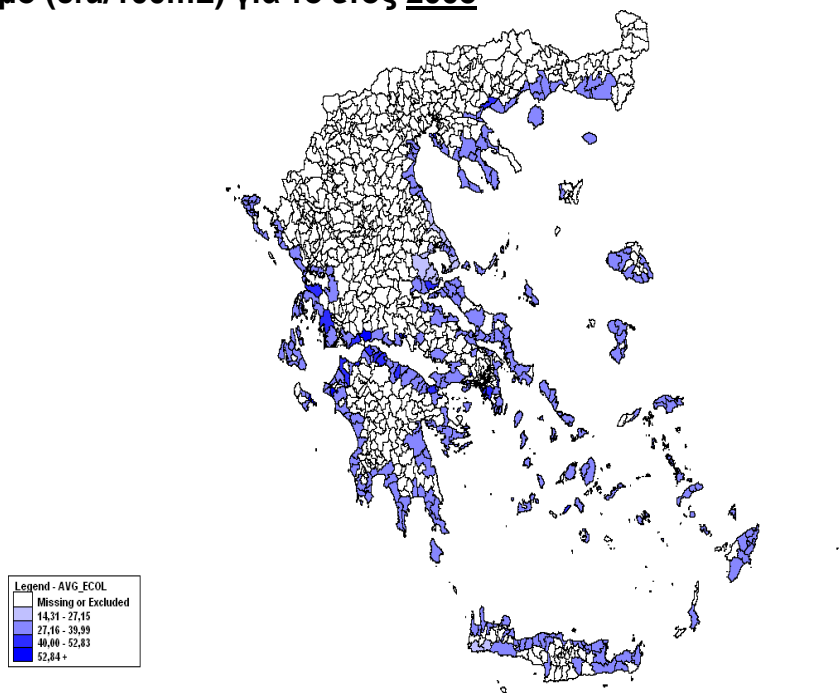
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 2003



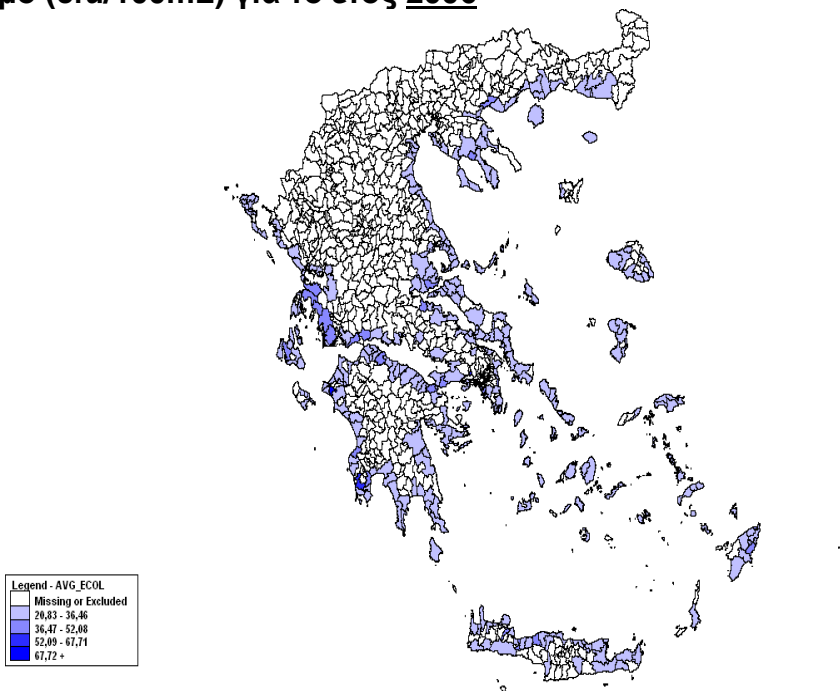
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 2004



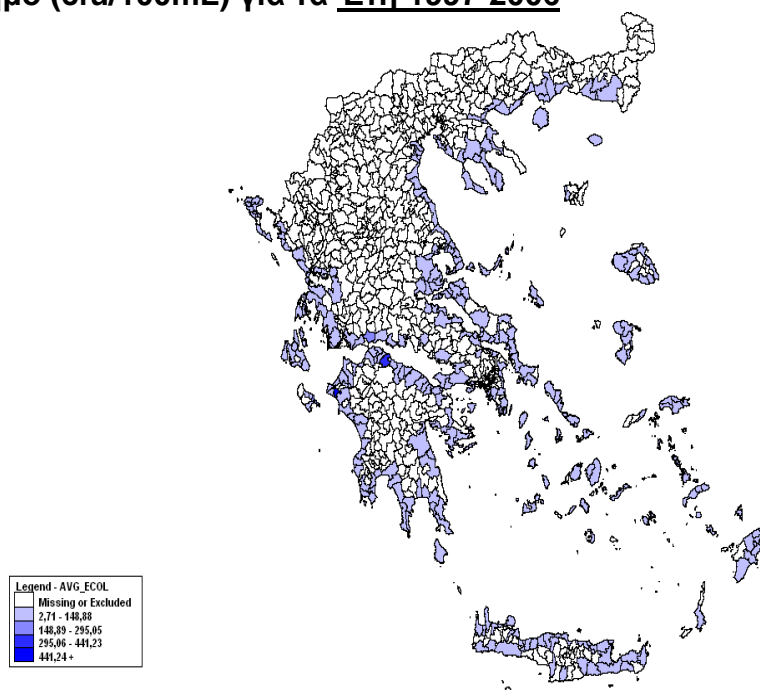
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 2005



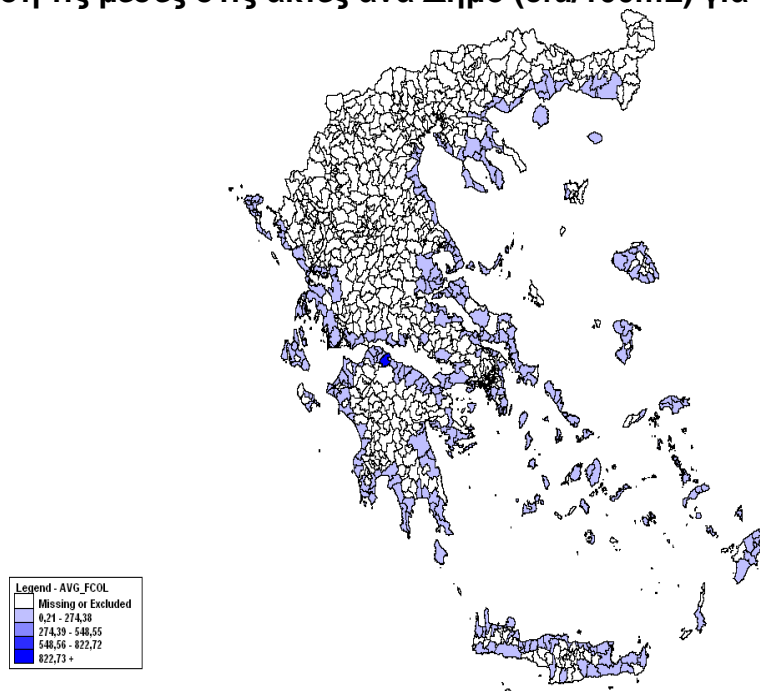
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το έτος 2006



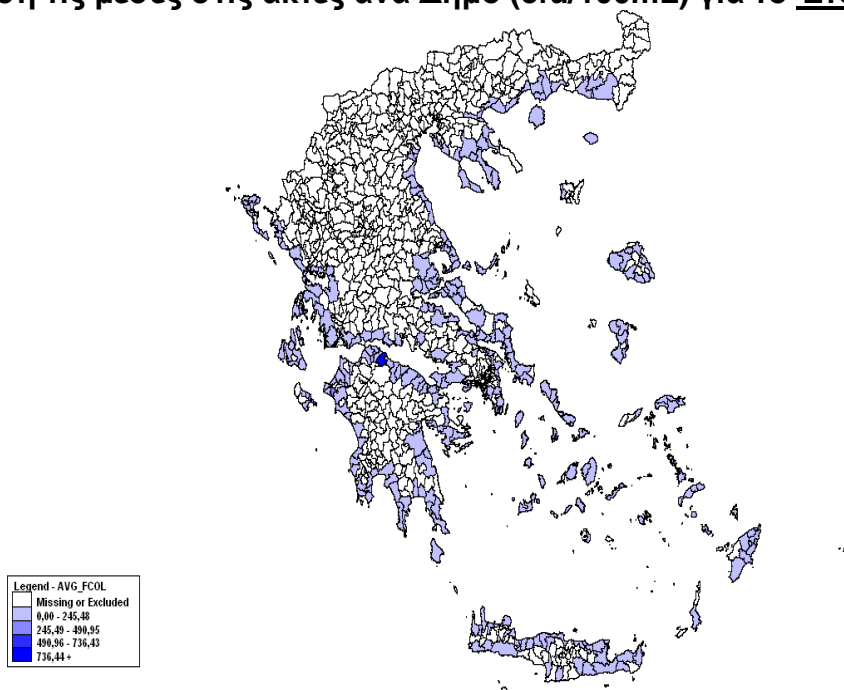
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των *E.coli* με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για τα Έτη 1997-2006



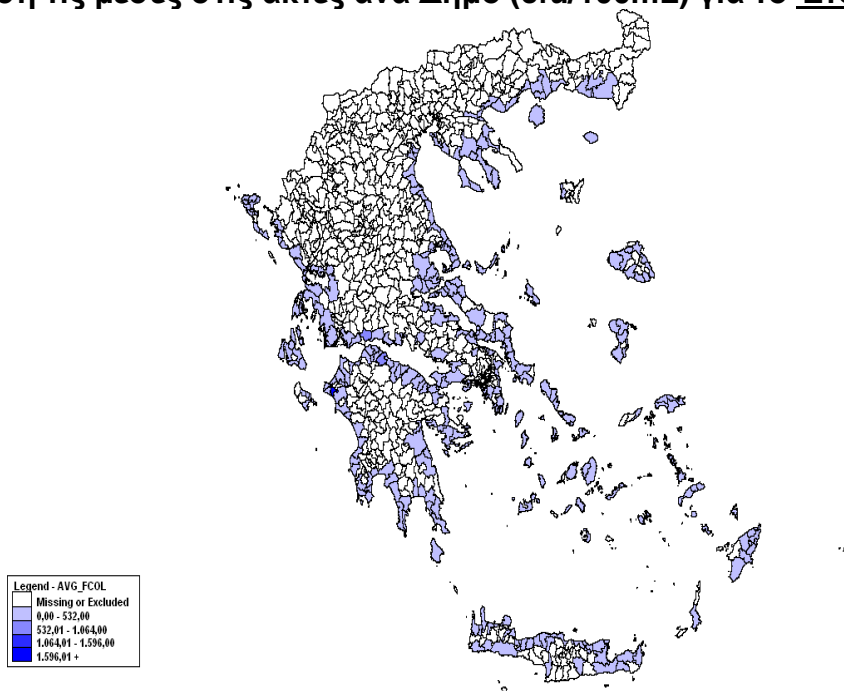
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 1997



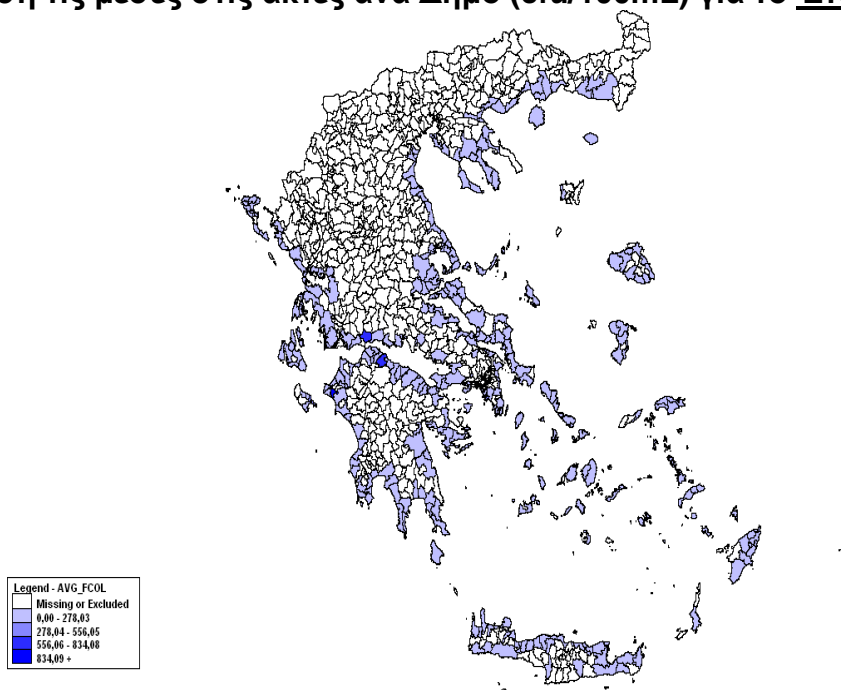
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 1998



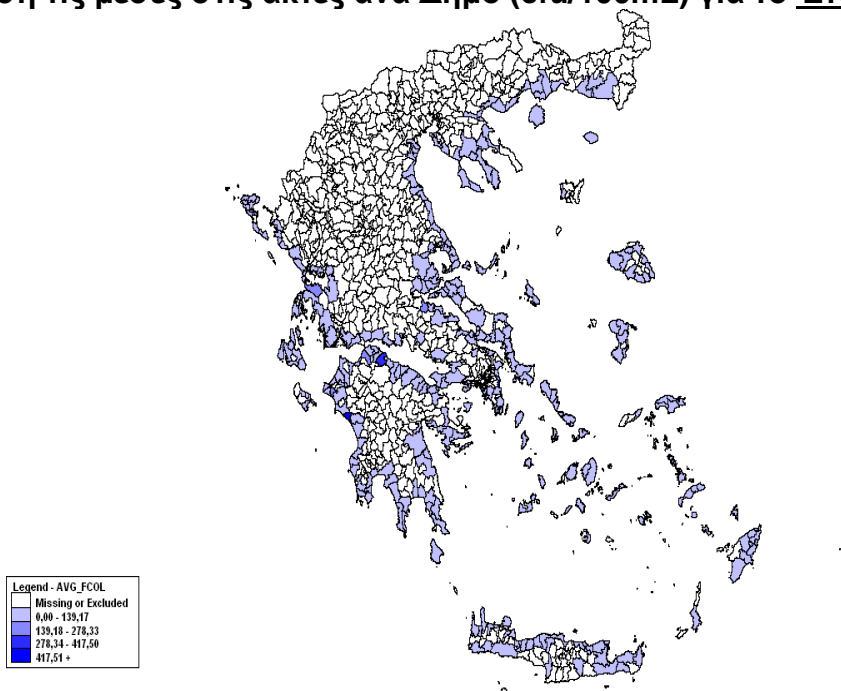
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 1999



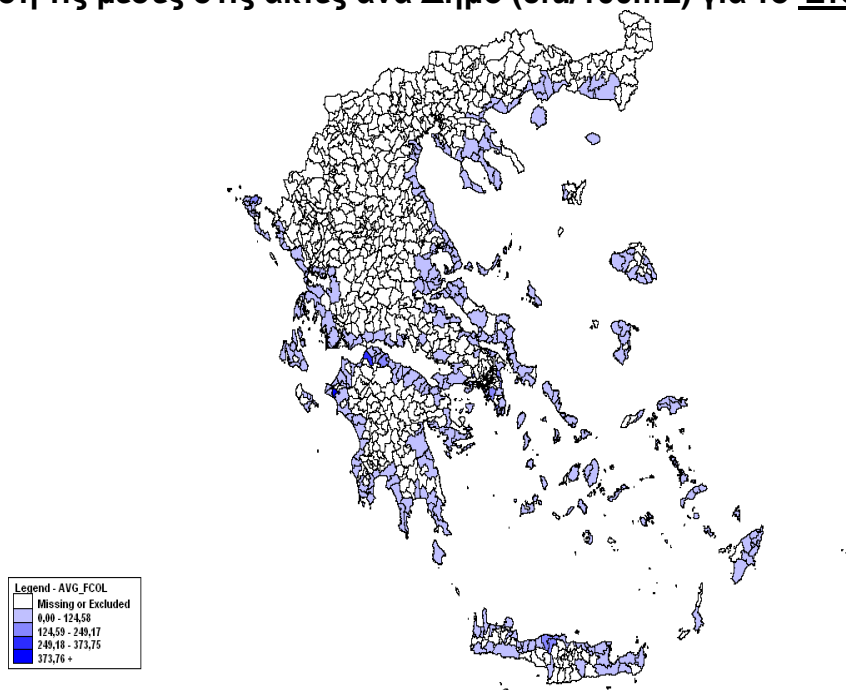
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2000



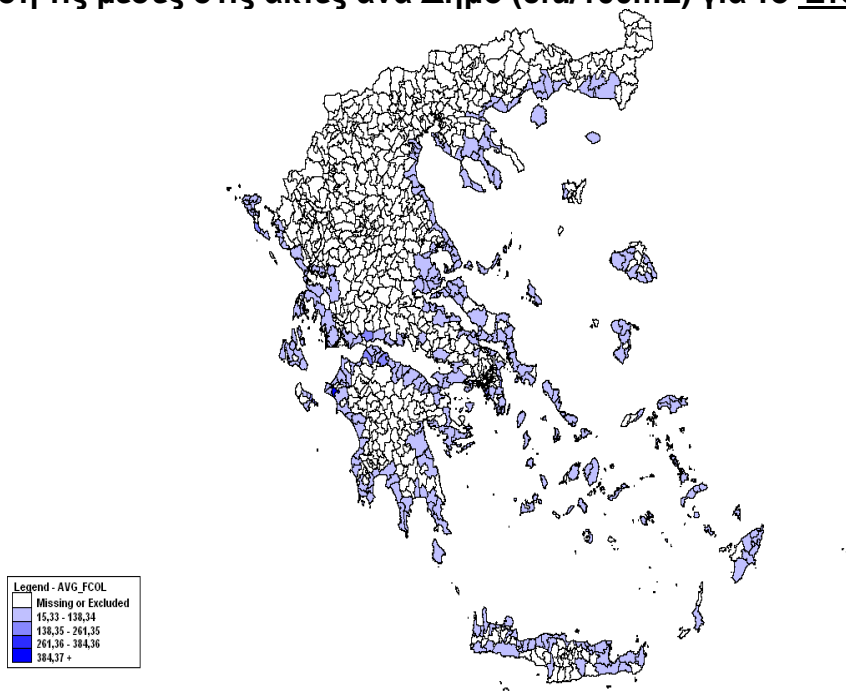
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2001



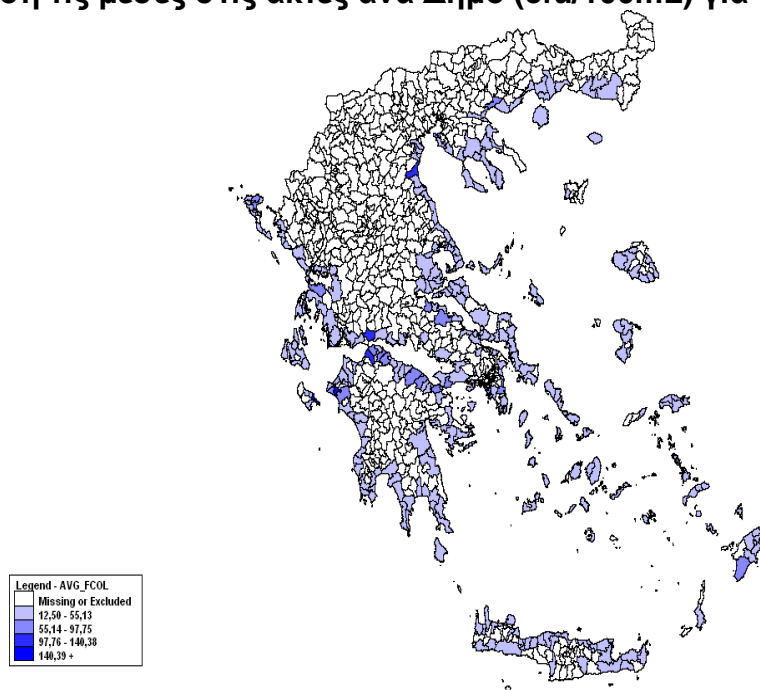
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2002



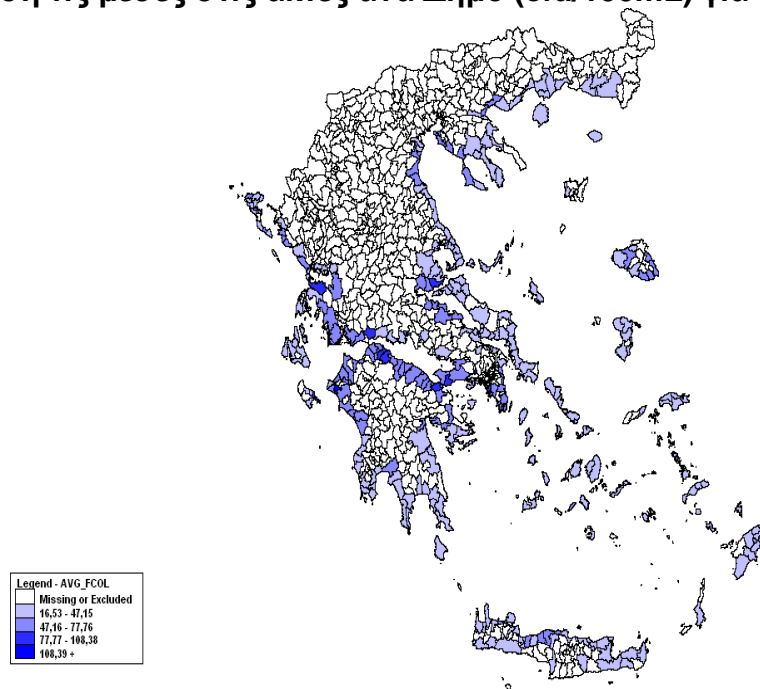
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2003



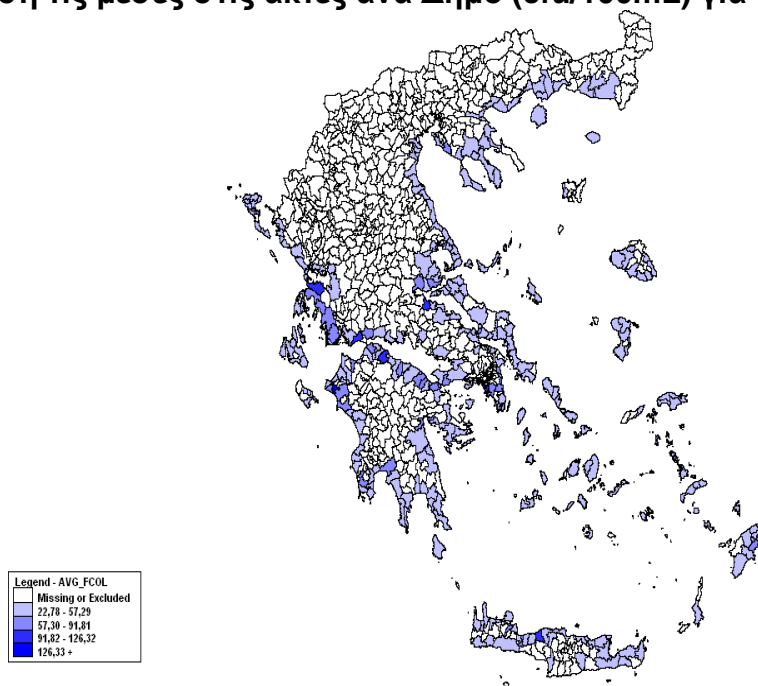
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2004



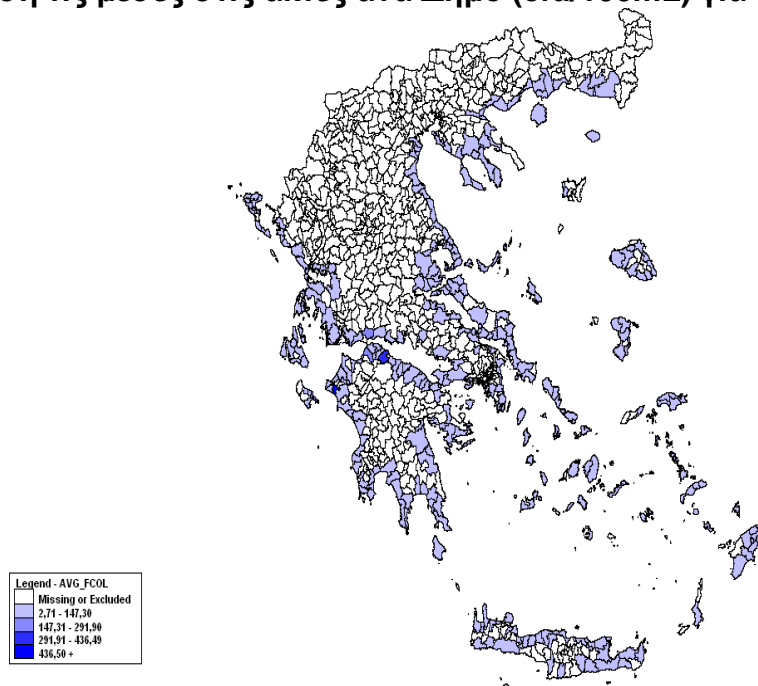
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2005



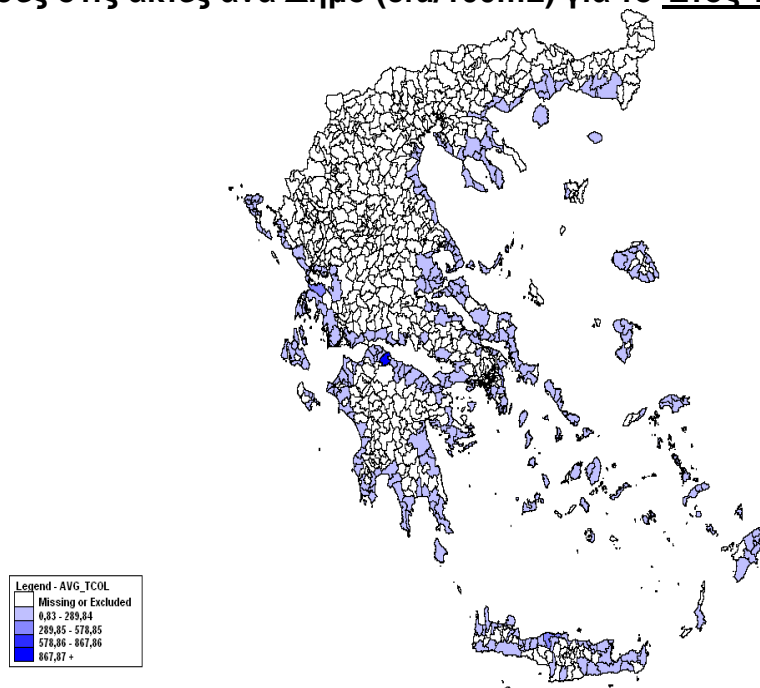
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2006



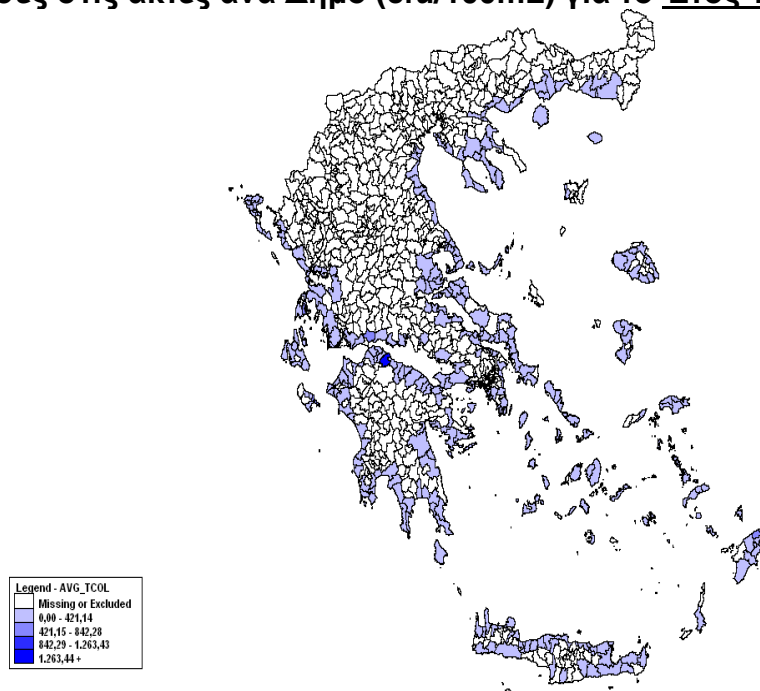
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για τα Έτη 1997-2006



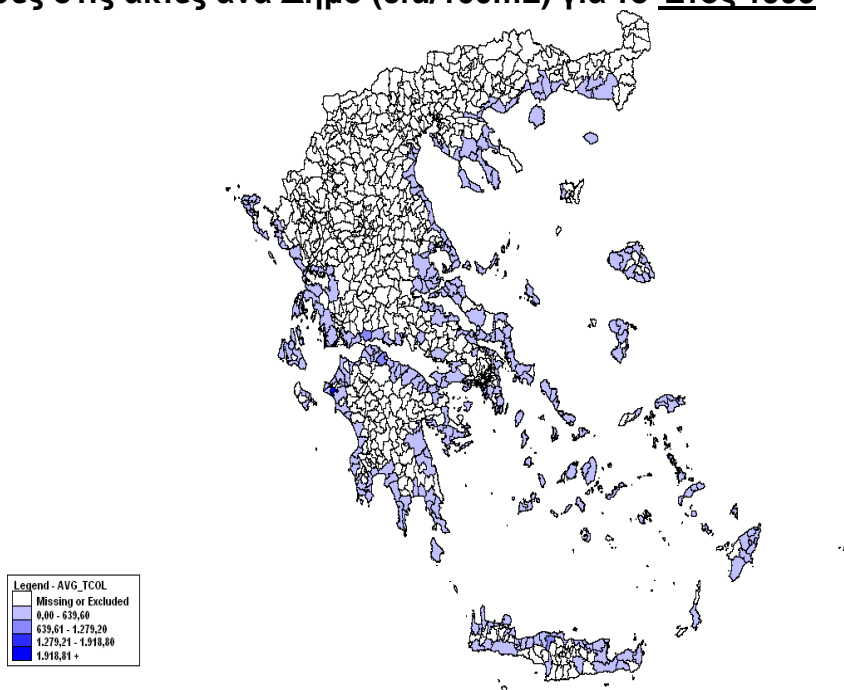
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 1997



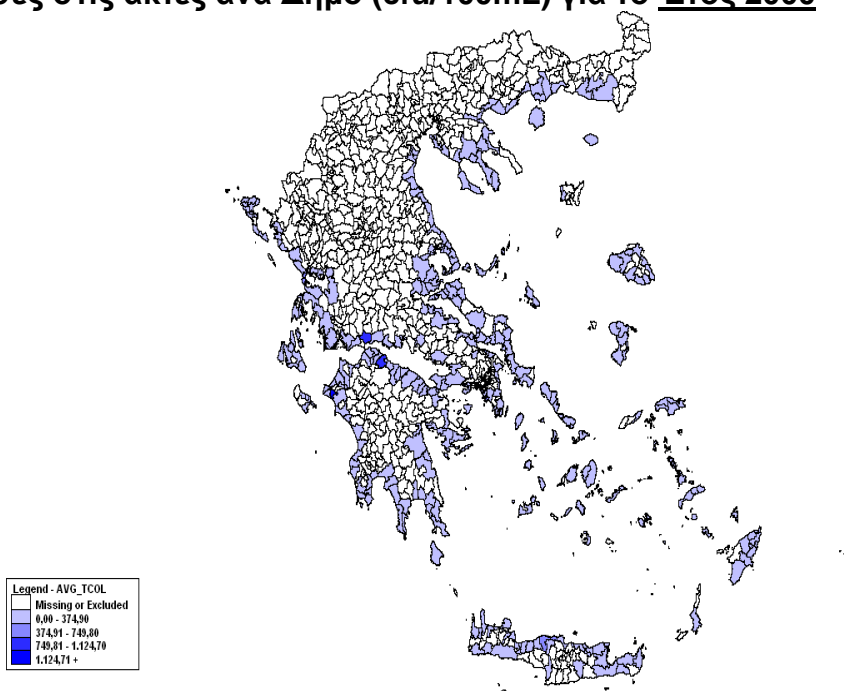
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 1998



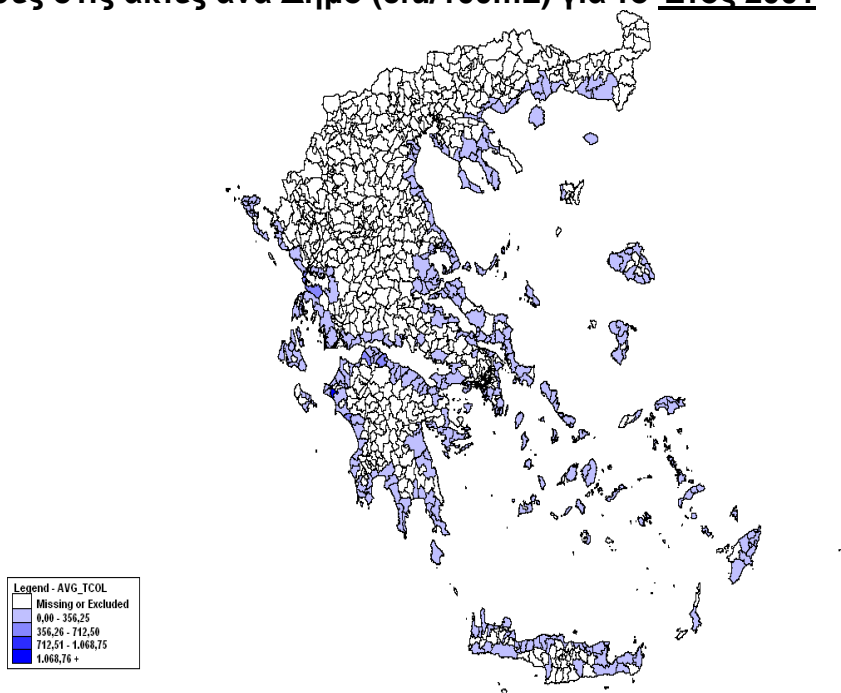
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 1999



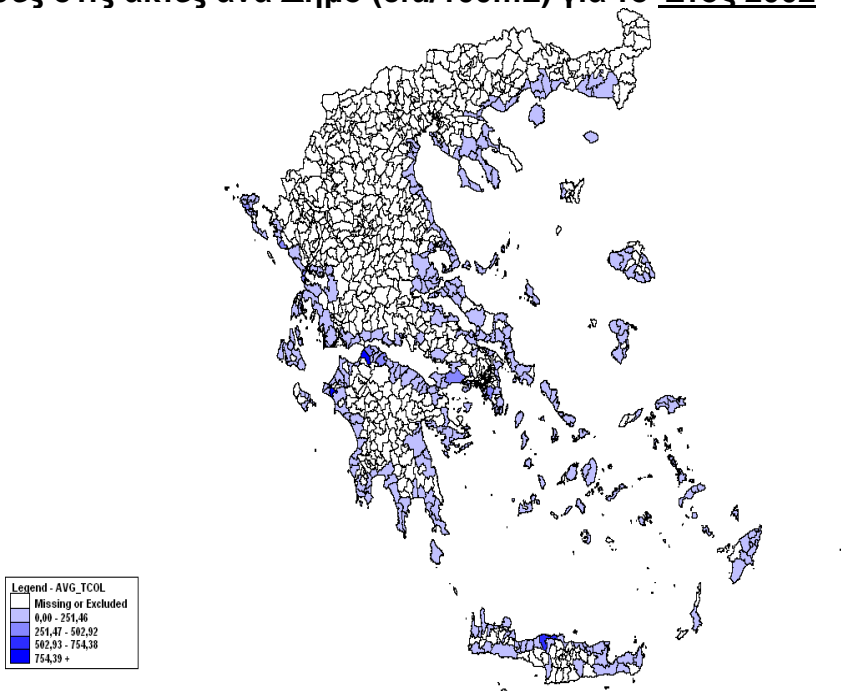
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2000



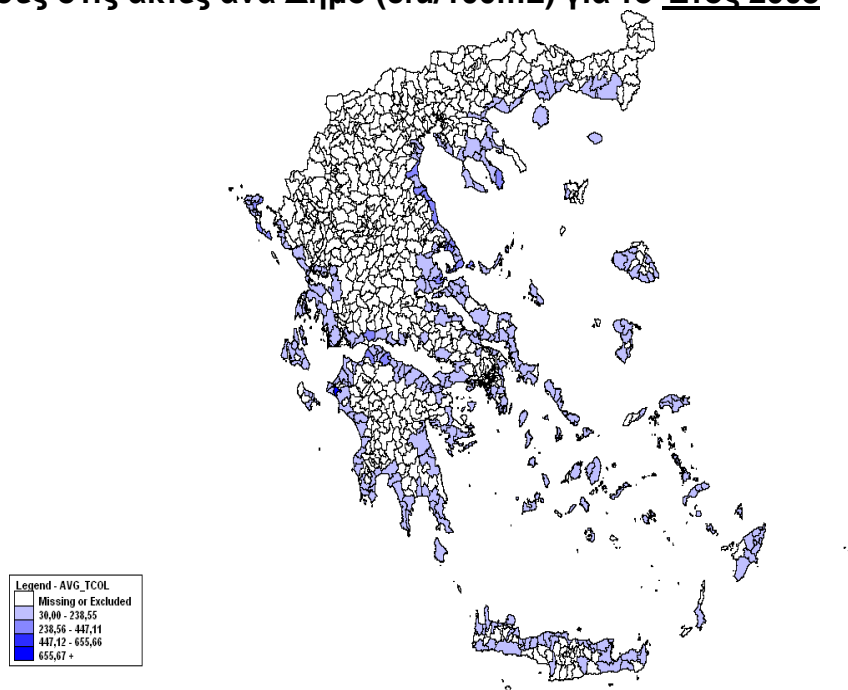
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2001



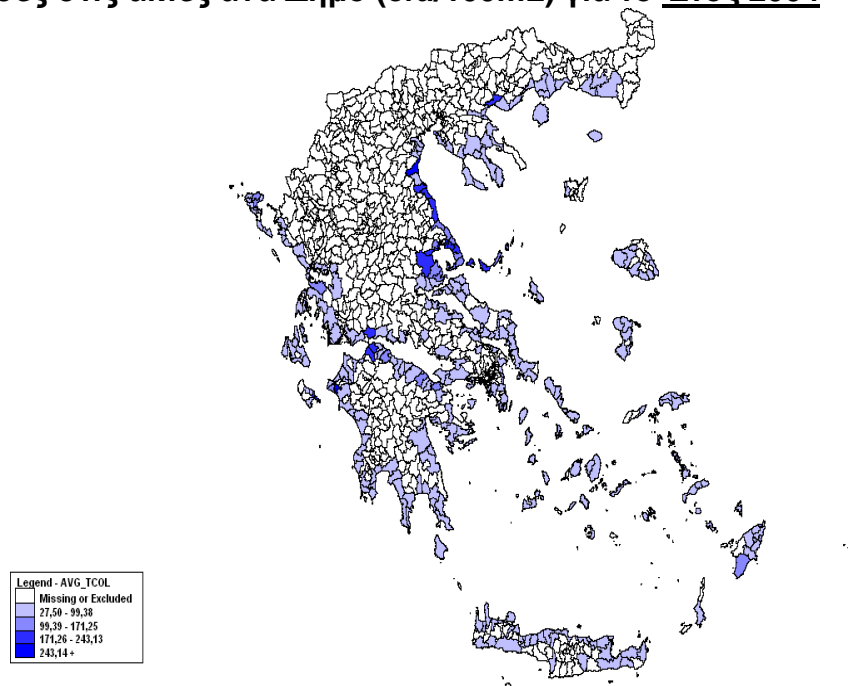
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2002



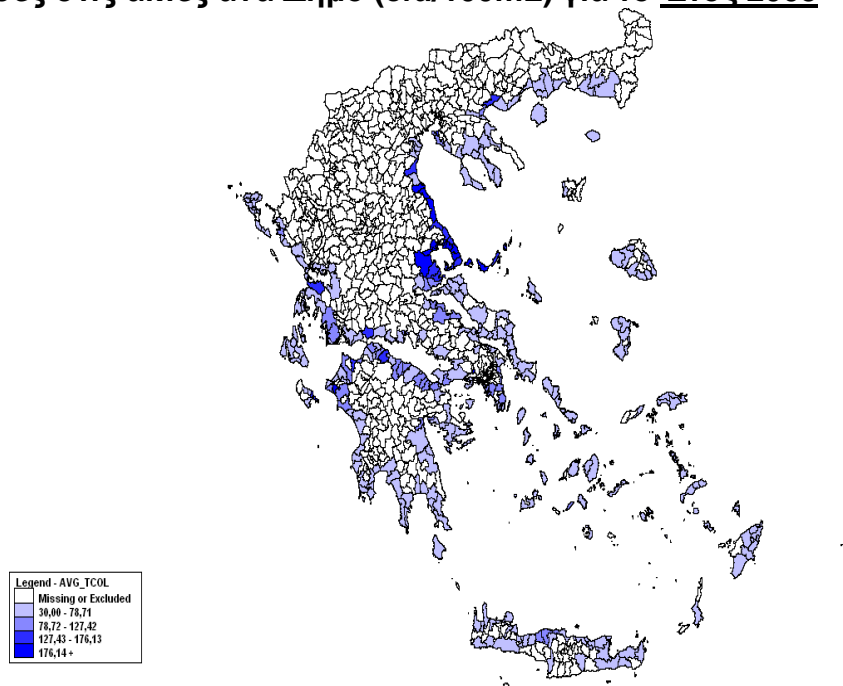
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2003



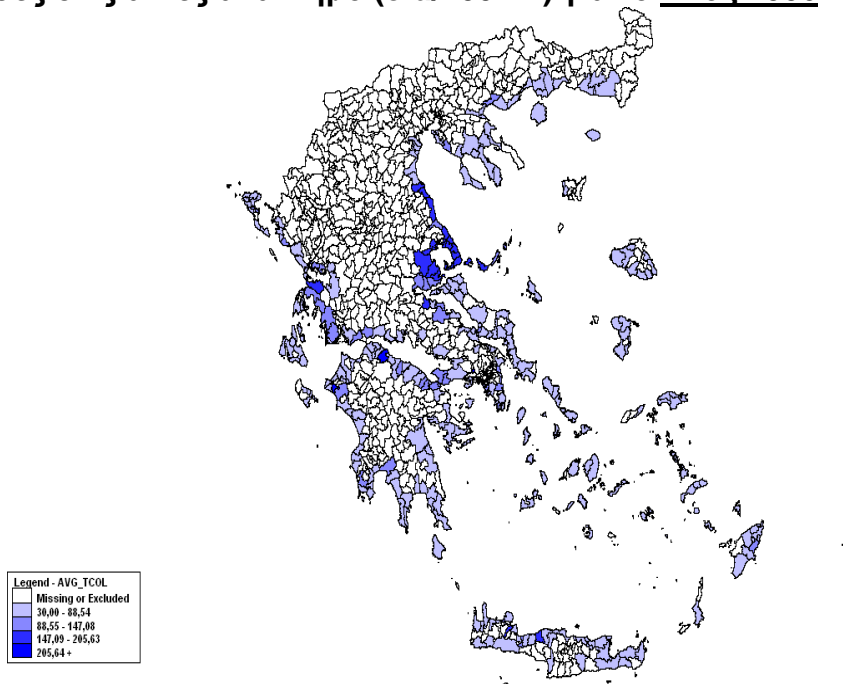
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2004



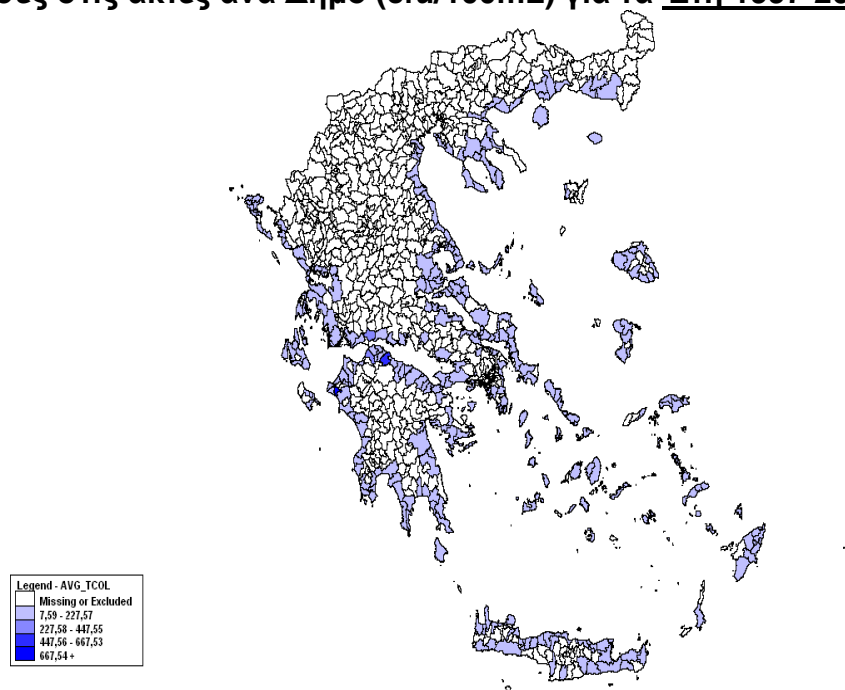
Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2005



Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για το Έτος 2006



Απεικόνιση σε χάρτη GIS των ολικών κολοβακτηροειδών με βάση τις μέσες στις ακτές ανά Δήμο (cfu/100mL) για τα Έτη 1997-2006



Συμπεράσματα και συζήτηση στα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων ποιότητας των Ελληνικών θαλάσσιων υδάτων κολύμβησης

Κατά τη χρονική περίοδο 1997-2006, η σχεδόν απόλυτη πλειοψηφία των δειγμάτων των υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ στα θαλασσινά ύδατα ήταν σύμφωνη με τις απαιτήσεις της ισχύουσας νομοθεσίας όπως αυτή ορίζεται μέσω της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ και της υπουργικής απόφασης 46399/1352/86. Επιπρόσθετα, η πλειοψηφία των δειγμάτων των θαλασσινών υδάτων θα πληρούσε, σε περίπτωση εφαρμογής της, τα αυστηρότερα όρια της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας 2006/7 με αποτέλεσμα να μη μεταβάλλονταν ο χαρακτηρισμός των ακτών ως αποδεκτές παραλίες (κατάλληλες για κολύμβηση).

Κατά τη χρονική περίοδο 1997-2006, παρατηρείται μια σημαντική αύξηση του μέσου όρου (cfu/ 100mL) της συγκέντρωσης των Εντερόκοκκων στα ύδατα των ακτών κολύμβησης. Η τάση αυτή δεν παρατηρείται στους υπόλοιπους μικροβιολογικούς δείκτες μόλυνσης (*E.coli*, θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή, ολικά κολοβακτηροειδή). Οι Εντερόκοκκοι αποτελούν τον καλύτερο βακτηριακό δείκτη για την εκτίμηση της κοπρανώδους μόλυνσης στα θαλασσινά ύδατα και της έκφρασης του σχετικού κινδύνου της κοπρανώδους μόλυνσης με τα υδατογενή νοσήματα (Fattal & Shuval 1998; Shuval 2003;

Wade et al. 2003). Έτσι, παρά τις χαμηλές τιμές που παρατηρούνται σήμερα, η αυξητική τάση των Εντερόκοκκων εάν συνεχιστεί και τα επόμενα χρόνια μόνο ανησυχία και προβληματισμό μπορεί να δημιουργήσει για το μέλλον της ποιότητας των Ελληνικών θαλασσών.

Η ανάλυση όλων των παραμέτρων της βάσης δεδομένων του ΥΠΕΧΩΔΕ δείχνει ότι η παρουσία φαινόλης (οσμής), σκουπιδιών, βροχόπτωσης την προηγούμενη και την ίδια ημέρα της δειγματοληψίας καθώς και η παρουσία έντονα κυματώδους (τρικυμιάδους) κατάστασης της θάλασσας (παράμετροι PHEN, SKOUP, RAINPD, RAINSD, SEA) συσχετίζονται, στατιστικά σημαντικά, με αυξημένη παρουσία όλων των μικροβιακών παραμέτρων (βακτηριακών δεικτών μόλυνσης) στο θαλασσινό νερό συμπεριλαμβανομένης και της παραμέτρου microbiall (Πίνακες 9 και 15).

Από τα αποτελέσματα προκύπτει με σαφή τρόπο ότι η **βροχόπτωση** αποτελεί έναν καθοριστικό παράγοντα που συμβάλει στην αύξηση των συγκεντρώσεων όλων ανεξαιρέτως των μικροβιολογικών παραμέτρων στο θαλασσινό νερό. Αυτό ερμηνεύεται από το ότι η βροχή εκπλένει χώματα, κοπριά και απορρίμματα από τη στεριά που τελικά καταλήγουν στη θάλασσα, αυξάνοντας έτσι το μικροβιακό φορτίο της. Σημαντική διαπίστωση αποτελεί ότι η βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα της δειγματοληψίας επηρέαζε περισσότερο τις τιμές των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης σε σχέση με τη βροχόπτωση την ημέρα της δειγματοληψίας.

Η παρουσία **φαινόλης** συσχετίζονταν στατιστικά σημαντικά με αυξημένη παρουσία όλων των μικροβιολογικών παραμέτρων (βακτηριακοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης). Η φαινόλη είναι μια ουσία άχρωμη-λευκή. Χρησιμοποιείται κυρίως σε υγρή μορφή. Έχει ισχυρή και χαρακτηριστική μυρωδιά, αηδιαστική, γλυκιά και ερεθιστική. Η φαινόλη χρησιμοποιείται στη βιομηχανία και από εκεί καταλήγει στο περιβάλλον μέσω των βιομηχανικών αποβλήτων. Χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία παρασκευής πλαστικών. Άλλη χρήση της φαινόλης είναι η χρήση της ως απολυμαντικό. Επιπλέον, οι νιτροφαινόλες και οι χλωροφαινόλες υπάρχουν στο περιβάλλον ως προϊόντα διάσπασης των οργανοφωσφορικών και χλωριωμένων φαινοξυαλκανοειδών οξέων (phenoxyalkanoic acids: φυτοπροστατευτικά σκευάσματα, παρασιτοκτόνα). Η φαινόλη μπορεί να παραμείνει έως και 9 ημέρες στα ύδατα, διαλύεται εύκολα αλλά εξατμίζεται πιο αργά από αυτό. Μεγάλες ποσότητες φαινόλης ανευρίσκονται στα επιφανειακά ύδατα και την ατμόσφαιρα εξαιτίας των εκπομπών και της παραγωγής αποβλήτων της βιομηχανίας παρά φυσικώς στο περιβάλλον (United States Public Health Service, 1989). Στις μετρήσεις του ΥΠΕΧΩΔΕ η παρουσία της φαινόλης στην πραγματικότητα αναπαριστούσε την οσμή της φαινόλης καθώς από τα υπάρχοντα στοιχεία δεν καταγράφεται πουθενά ότι οι φορείς που πραγματοποιούσαν τις δειγματοληψίες υδάτων και μετρούσαν το δείκτη αυτό προέβαιναν στον προσδιορισμό ή επιβεβαίωση της με κάποια εργαστηριακή μέθοδο. Ακριβώς αυτό το εύρημα αποτελεί επιπρόσθετα τη βάση μιας ισχυρής αμφιβολίας κατά πόσο όντως η οσμή αυτή αντιστοιχούσε στην παρουσία φαινόλης. Παρά το σοβαρό αυτό μειονέκτημα, διαφαίνεται καθαρά από τα αποτελέσματα ότι η παρουσία οσμής φαινόλης ή απλώς μιας αηδιαστικής ή δυσάρεστης οσμής (κακοσμίας) σχετίζονταν στατιστικά σημαντικά με αυξημένες συγκεντρώσεις όλων των μικροβιολογικών παραμέτρων (Εντερόκοκκοι, *E.coli*, θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή και ολικά κολοβακτηροειδή).

Σε παρουσία **θαλασσοταραχής και έντονου κυματισμού**, χώμα και ίζημα από την ακτογραμμή αναδεύεται με το θαλασσινό νερό. Η θολερότητα που προκαλείται προσφέρει αυξημένη προστασία στα μικρόβια του ύδατος από τη βλαβερή δράση της ηλιακής ακτινοβολίας (*Kibbey et al. 1977; Fujioka et al. 1981; Desmarais et al. 2002; Sinton et al. 2002*). Σήμερα θεωρείται επιστημονικά αποδεκτό ότι στα θολά ύδατα παρατηρούνται συνήθως υψηλότερες μικροβιολογικές συγκεντρώσεις σε σχέση με τα διάφανα. Δημοσιευμένες διεθνείς μελέτες, δείχνουν ότι η άμμος αποτελεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον για τα μικρόβια και κατά επέκταση μια πιθανή πηγή των μικροβίων των υδάτων (*Cinotto 2005; Beversdorf et al. 2007*). Συνεπώς, η ανάδευση των υδάτων με την άμμο εξαιτίας του κυματισμού μπορεί να αυξήσει το μικροβιακό φορτίο στα ύδατα.

Η παρουσία **σκουπιδιών** συσχετίστηκε με την αυξημένη παρουσία όλων των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης (μικροβιολογικών παραμέτρων), όχι όμως τόσο ισχυρά όσο στις προηγούμενες παραμέτρους. Η παρουσία σκουπιδιών συσχετίζεται γενικά με κακή ποιότητα υδάτων (*Robens Institute of Industrial and Environmental Health and Safety, 1987*).

Η παρουσία **ορυκτελαίων** συσχετίστηκε με αυξημένη παρουσία όλων των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης με μόνη εξαίρεση τους Εντερόκοκκους στους οποίους παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση, αλλά χωρίς στατιστική σημαντικότητα. Κατά τρόπο παρόμοιο με τα σκουπίδια (απορρίμματα) η παρουσία των ορυκτελαίων στη βιβλιογραφία σχετίζεται με φτωχή ποιότητα υδάτων (*Robens Institute of Industrial and Environmental Health and Safety, 1987*).

Η σημασία της παρουσίας των θαλάσσιων **φυκών** (μακροφυκών) δε μπορούσε να διασαφηνιστεί με τα υπάρχοντα στοιχεία παρά το γεγονός ότι η παρουσία τους σχετίζονταν με αυξημένο κίνδυνο για την παρουσία των περισσότερων μικροβιακών δεικτών μόλυνσης αλλά χωρίς στατιστική σημαντικότητα. Επιπρόσθετα, δε διευκρινίζεται από τα δεδομένα του ΥΠΕΧΩΔΕ το είδος των φυκών καθώς κάτι τέτοιο θα πρόσφερε χρήσιμες πληροφορίες για την ποιότητα των υδάτων. Η διάκριση όμως των φυκών απαιτεί ειδικές γνώσεις πάνω στο αντικείμενο. Λόγω άλλωστε αυτής της ελλιπούς γνώσης κατά κανόνα τα θαλάσσια αγγειόσπερμα (ταινιόμορφα φυτά) χαρακτηρίζονται ως φύκη. Πιθανότατα, η παρουσία των φυκών να σχετίζεται με τον έντονο κυματισμό και περαιτέρω συμπεράσματα σχετικά με τους βακτηριακούς δείκτες μόλυνσης είναι αναξιόπιστα και άνευ επιστημονικής βάσης. Προσδιορισμός των φυκών και των θαλάσσιων αγγειόσπερμων αναφορικά με το είδος τους θα πρόσφερε χρήσιμα στοιχεία για την ποιότητα των θαλάσσιων υδάτων καθώς υπάρχουν στοιχεία που συσχετίζουν την παρουσία κάποιων φυκών με καθαρά ύδατα (*Posidonia oceanica*) ή με ρυπαρά ύδατα (*Ulva*).

Η παρουσία των **μεδουσών** (*τσούχτρες*) συσχετίζονταν με αυξημένη παρουσία των ολικών κολοβακτηροειδών, των Εντερόκοκκων και του δείκτη «microbiall» αλλά και με μειωμένες τιμές των *E.coli* και των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών στα θαλασσινά ύδατα. Σε ένα ευτροφικό θαλασσινό περιβάλλον είναι αναμενόμενες οι μεταβολές και οι αυξήσεις της βιομάζας των μεδουσών. Δεδομένου ότι ένα ευτροφικό θαλασσινό περιβάλλον μάλλον ευνοεί την ανάπτυξη γενικά όλων των μικροβίων (*Belkin & Colwell, 2005*) και λαμβάνοντας υπόψη ότι ο δείκτης microbiall περικλείει όλους τους μικροβιακούς δείκτες μόλυνσης καθώς και ότι ο Εντερόκοκκος αποτελεί τον

καλύτερο βακτηριακό δείκτη μόλυνσης στα θαλασσινά ύδατα (*Fujioka et al. 1981; Sinton et al. 2002*) πρέπει να θεωρήσουμε ότι η παρουσία των μεδουσών αποτελεί μάλλον δείκτη μικροβιακής μόλυνσης άρα και ένδειξη αυξημένης παρουσίας των μικροβίων στα ύδατα.

Η μόνη παράμετρος που συσχετιζόταν στατιστικά σημαντικά με ελαττωμένες συγκεντρώσεις στα θαλασσινά ύδατα όλων των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης (μικροβιολογικές παράμετροι) ήταν η παρουσία **πίσσας** στις ακτές κολύμβησης (παράμετρος: PISS_AKTES). Παρομοίως, η παρουσία πίσσας στα ύδατα σχετιζόταν επίσης με μειωμένες συγκεντρώσεις όλων των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης αλλά όχι στατιστικά σημαντική. Ιστορικά η πίσσα ήταν ένα από τα πρώτα χημικά που χρησιμοποιήθηκε ως συντηρητικό. Η ελάττωση της συγκέντρωσης των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης, παρουσία της πίσσας, πρέπει να ερμηνευτεί μέσω του ότι αποτελεί ένα δυσμενή παράγοντα για την επιβίωση των μικροβίων. Επιπρόσθετα, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι παραλίες που έχουν πίσσα στην ακτή αποφεύγονται συστηματικά από τους κολυμβητές και κατά επέκταση μειώνεται μια πιθανή επιμόλυνση των υδάτων από τους κολυμβητές.

Η εποχικότητα που παρατηρείται στις μικροβιολογικές παραμέτρους των θαλασσινών υδάτων αναδεικνύει μια σταδιακή αύξηση του μέσου όρου των συγκεντρώσεων των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης συνεχώς από την έναρξη των μετρήσεων το μήνα Μάιο. Οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται τους μήνες Αύγουστο και Οκτώβριο. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται πιθανόν στην σταδιακή αύξηση του αριθμού των λουομένων στις ακτές η οποία φτάνει στην χώρα μας στο μέγιστο αριθμό το μήνα Αύγουστο που αποτελεί παραδοσιακά το μήνα διακοπών των Ελλήνων. Η παρουσία αυξημένου αριθμού λουομένων στις ακτές κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ίσως να ερμηνεύει το γεγονός ότι δεν παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης παρά την αναμενόμενη κυριαρχία της βλαβερής επίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας στα μικρόβια και την απουσία βροχοπτώσεων. Παράλληλα μπορεί να υπάρχει επιμόλυνση των θαλασσινών υδάτων από παρακείμενες στις ακτές εγκαταστάσεις (ξενοδοχεία, ξενώνες, αναψυκτήρια, μπαρ, κλπ) που λειτουργούν εποχιακά. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις των βακτηριακών δεικτών που παρατηρούνται το μήνα Οκτώβριο πρέπει να αποδοθούν στις φθινοπωρινές βροχές που ξεκινούν από αυτόν τον μήνα στις περισσότερες περιοχές της Ελλάδας. Από τα παραπάνω, ενισχύεται η άποψη ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες με την έντονη ηλιοφάνεια, ο σημαντικότερος παράγοντας μικροβιακής μόλυνσης των θαλασσινών υδάτων είναι πιθανώς οι ίδιοι οι λουόμενοι ενώ τους φθινοπωρινούς μήνες είναι οι βροχοπτώσεις.

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος για την παρουσία στο θαλασσινό νερό των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης παρατηρείται όταν υπάρχει συνδυασμός διαφόρων παραμέτρων μόλυνσης. Υψηλές συγκεντρώσεις των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης στο θαλασσινό νερό παρατηρούνται σε περιπτώσεις ταυτόχρονου συνδυασμού βροχόπτωσης, οσμής φαινόλης και κυματισμού (απόλυτος κίνδυνος=42,8%, σχετικός κίνδυνος=3.18, CI=2,98-3,38, $p<0,001$). Ο συνδυασμός της βροχής με άλλες παραμέτρους, χαρακτηρίζονταν γενικά από τους πιο υψηλούς απόλυτους και σχετικούς κινδύνους για αυξημένες συγκεντρώσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων. Στις μικροβιακές παραμέτρους (βακτηριακοί δείκτες μόλυνσης), οι υψηλότεροι απόλυτοι κίνδυνοι παρατηρήθηκαν παρουσία Έντερόκοκκων και παρουσία των ολικών

κολοβακτηροειδών. Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν την αξία των Εντερόκοκκων σαν πιο σημαντικό βακτηριακό δείκτη στο θαλασσινό νερό. Σημαντικό, επίσης, είναι ότι η ταυτόχρονη παρουσία βροχόπτωσης την προηγούμενη ημέρα, οσμής φαινόλης και κυματισμού συνοδεύονταν από απόλυτο κίνδυνο 35% (RR=3.84, CI=3.54-4.16) για την παρουσία Εντερόκοκκων (Πίνακας 9). Παρομοίως, στα ολικά κολοβακτηροειδή η ταυτόχρονη παρουσία βροχόπτωσης την προηγούμενη ημέρα, οσμής φαινόλης και κυματισμού συνοδεύονταν από απόλυτο κίνδυνο 36.8% (RR=5.97, CI=5.52-6.47).

Συμπεράσματα από την δημιουργία χαρτών GIS με βάση τη μέση τιμή των μικροβιολογικών παραμέτρων

Με βάση τους χάρτες GIS, οι νησιωτικές περιοχές της χώρας (με εξαίρεση λίγων Δήμων της κεντρικής βόρειας Κρήτης) διαθέτουν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων (βακτηριακοί δείκτες μόλυνσης) και κατά επέκταση τις πιο καθαρές ακτές. Στο σύνολο της χώρας, οι συγκριτικά υψηλότερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στις θαλάσσιες περιοχές της Δυτικής Πελοποννήσου, του Κορινθιακού κόλπου, του Πατραϊκού κόλπου, του Σαρωνικού, της κεντρικής βόρειας Κρήτης, του Παγασητικού, της Ανατολικής Αττικής και της βόρειας Ρόδου.

Στο σύνολο των ετών 1997-2006 οι Δήμοι που τα ύδατα τους χαρακτηρίζονταν, συγκριτικά με την υπόλοιπη χώρα, από τις υψηλότερες μέσες τιμές στις συγκεντρώσεις των Εντεροκόκκων ήταν: οι Δήμοι Γαστούνης (μέση τιμή 29 cfu/100mL), Αιγίου (μέση τιμή 28 cfu/100mL), Βόλου (μέση τιμή 26 cfu/100mL), Φοίνικα Κρήτης (μέση τιμή 26 cfu/100mL), Ελευσίνας (μέση τιμή 26 cfu/100mL), Πατρών (μέση τιμή 25 cfu/100mL) και Ναυπάκτου (μέση τιμή 25 cfu/100mL).

Ο Δήμος Γαστούνης εμφάνισε την υψηλότερη μέση συγκέντρωση για την *E.coli* (μέση τιμή 507 cfu/100mL). Συγχρόνως ο Δήμος Γαστούνης (μέση τιμή 581 cfu/100mL) και ο Δήμος Αιγίου (μέση τιμή 398 cfu/100mL) εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών καθώς και των ολικών κολοβακτηροειδών (μέση τιμή 887 cfu/100mL και 616 cfu/100mL, αντίστοιχα).

Ανάμεσα στους Δήμους ξεχωρίζει σαφώς ο Δήμος Γαστούνης στο Νομό Ηλείας καθώς χαρακτηρίζεται από τις υψηλότερες μέσες τιμές στη χώρα κατά το διάστημα 1997-2006 για όλες τις μικροβιακές παραμέτρους. Ο Πηνειός ποταμός του νομού Ηλείας εκβάλλει στο Χελωνίτη κόλπο (περιοχή Μπούκα) του Δημοτικού διαμερίσματος Παλαιοχωρίου του Δήμου Γαστούνης. Αυτό μπορεί να ερμηνεύσει τις συγκριτικά υψηλές τιμές που παρατηρούνται στις θαλάσσιες ακτές του Δήμου Γαστούνης καθώς το νερό του ποταμού μπορεί να φέρει αυξημένο μικροβιακό φορτίο εξαιτίας της ρύπανσης του με κοπρανώδους προέλευσης υλικό.

Τα θαλασσινά ύδατα στα παράλια του γεωγραφικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας (Νομοί Λάρισας και Μαγνησίας) χαρακτηρίζονται από μέσες τιμές στις συγκεντρώσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων σε σύγκριση με το

σύνολο της χώρας. Εξαίρεση αποτελεί ο Δήμος Βόλου που χαρακτηρίζεται από τις συγκριτικά υψηλότερες τιμές σε σχέση ακόμη και με το μέσο όρο της χώρας ενώ ορισμένα έτη η ποιότητα των υδάτων των ακτών του Δήμου Βόλου χαρακτηριζόταν από πολύ υψηλές τιμές.

Η χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφορικής (GIS) στην εκτίμηση της ποιότητας των θαλάσσιων υδάτων αναψυχής αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για την απεικόνιση των πιο επιβαρυσμένων περιοχών κατά τρόπο άμεσο, σαφή και εύκολα κατανοητό. Η χρήση τους από τους διαχειριστικούς φορείς των θαλάσσιων υδάτων και τους ερευνητές στην εκτίμηση της ποιότητας των θαλάσσιων υδάτων πρέπει να ενθαρρύνεται.

ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΕΙΡΑΣ ΣΕ ΚΟΛΥΜΒΗΤΕΣ

Η επιδημιολογική μελέτη σειράς σε κολυμβητές

Οι προοπτικές μελέτες σειράς θεωρούνται ιδανικές για την ανεύρεση της συσχέτισης ανάμεσα στους κολυμβητές με διάφορα νοσήματα. Εντούτοις, παρουσιάζουν μειονεκτήματα που δε μπορούν να αγνοηθούν. Τέτοια μειονεκτήματα είναι η παρουσία διαφοράς του βαθμού έκθεσης των διαφόρων παραγόντων κινδύνου στους κολυμβητές (συστηματικό λάθος) καθώς και η συστηματική απώλεια κολυμβητών κατά την προοπτική παρακολούθηση των συμμετεχόντων (που μειώνει το ποσοστό ανταπόκρισης). Καθώς ο πρωταρχικός στόχος της σχεδιαζόμενης επιδημιολογικής μελέτης ήταν να εκτιμηθούν οι κίνδυνοι για την υγεία των κολυμβητών στις θαλάσσιες ακτές αναψυχής η προοπτική μελέτη σειράς είναι η πιο κατάλληλη για αυτήν την περίπτωση. Παράλληλα, καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε να περιοριστούν τα προαναφερθέντα μειονεκτήματα μιας τέτοιας μελέτης. Το καλοκαίρι του 2008 διενεργήθηκε μια επιδημιολογική μελέτη σειράς σε λουόμενους (κολυμβητές) τριών ακτών του Νομού Λάρισας.

Η μεθοδολογία της Επιδημιολογικής μελέτης σειράς στους κολυμβητές και στην ομάδα των μη εκτεθειμένων

Η έρευνα βασιζόταν στην εθελοντική συμμετοχή. Οι λουόμενοι προσεγγίζονταν σε μια από τις τρεις, ειδικά για αυτό το σκοπό, επιλεγμένες παραλίες. Οι παραλίες αυτές διαθέτουν διαφορετική ποιότητα υδάτων (διαφορετικά επίπεδα των μικροβιολογικών παραμέτρων) καθώς ένας βασικός στόχος της έρευνας ήταν να αναδείξει τις διαφορές νοσηρότητας που παρατηρούνται στους κολυμβητές μετά την κολύμβηση τους σε διαφορετικά επίπεδα ποιότητας υδάτων. Στους λουόμενους συμπληρώθηκε ένα, ειδικά για αυτόν το σκοπό, διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο διαχωρίζεται σε δυο τμήματα. Το πρώτο τμήμα αποτελείται από ερωτήσεις σχετικά με δημογραφικά δεδομένα (ηλικία, φύλο, τόπος διαμονής, τηλέφωνο επικοινωνίας κλπ), προσωπικές πληροφορίες για τις συνήθειες κολύμβησης και υποκειμενικές πληροφορίες σχετικά με την αντίληψη τους για τον χώρο της παραλίας (παρουσία σκουπιδιών, ζώων κλπ). Οι ερωτήσεις του πρώτου τμήματος συμπληρώνονταν απευθείας στην παραλία και ο μέσος χρόνος που απαιτούνταν για τη συμπλήρωση του, ήταν λιγότερο από 5 λεπτά.

Καθώς το ποσοστό της τηλεφωνικής κάλυψης (σταθερή και κινητή τηλεφωνία) στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα υψηλό επιλέχθηκε η τηλεφωνική επικοινωνία για τη συνέχεια της έρευνας. Μετά την παρέλευση 10 ημερών από τη συμπλήρωση του πρώτου τμήματος του ερωτηματολογίου στην παραλία ακολουθούσε τηλεφωνική επικοινωνία με τους λουόμενους όπου

συμπληρωνόταν το δεύτερο τμήμα του ερωτηματολογίου, που αποτελούνταν από ερωτήσεις σχετικές με την παρουσία ή απουσία συγκεκριμένων συμπτωμάτων και νοσημάτων που σχετίζονταν με κολύμβηση. Τα συμπτώματα ή κλινικά σημεία που αναζητήθηκαν από τους λουόμενους σχετίζονταν με νοσήματα από το γαστρεντερικό σύστημα, το αναπνευστικό σύστημα, τους οφθαλμούς, τα ώτα, το δέρμα, το ουρογεννητικό και το μυοσκελετικό.

Παράλληλα με τις συνεντεύξεις στις παραλίες, το ίδιο ερωτηματολόγιο εφαρμόστηκε σε μη εκτεθειμένους που αποτελούσαν την ομάδα των μη εκτεθειμένων στη συγκεκριμένη μελέτη σειράς. Η επιλογή τους γίνονταν με τυχαία δειγματοληψία μέσα από τον τηλεφωνικό κατάλογο της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας και σε μικρότερο βαθμό από την υπόλοιπη χώρα. Η απόφαση να επιλέγονται οι μη εκτιθέμενοι από το τηλεφωνικό κατάλογο της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας στηρίχθηκε στα αποτελέσματα του διερευνητικού ερωτηματολογίου που συμπληρώθηκε πριν τη διεξαγωγή της κυρίως έρευνας. Σε αυτά διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των λουομένων προέρχονταν από την ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας και ειδικά από το Νομό Λάρισας.

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται αναλυτικά οι ακτές κολύμβησης, το ερωτηματολόγιο έρευνας, οι ορισμοί κολυμβητή και μη κολυμβητή καθώς και οι ορισμοί των νοσημάτων.

Μέγεθος του δείγματος

Καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε το δείγμα των λουομένων που θα συμμετείχε στην έρευνα να ήταν τουλάχιστον 1700 άτομα. Ο αριθμός αυτός στηρίχθηκε στην απαιτούμενη στατιστική ισχύ της μελέτης (power of the study). Η στατιστική ισχύς της μελέτης εκφράζει την ικανότητα της μελέτης να αναδείξει τη διαφορά στη νοσηρότητα, εφόσον υπάρχει.

Οι ακτές διεξαγωγής της έρευνας

Η επιλογή των ακτών όπου θα διεξαγόταν η μελέτη σειράς έγινε σύμφωνα με ορισμένα κριτήρια. Τα κριτήρια που ελήφθησαν υπόψη ήταν η ύπαρξη επαρκούς αριθμού λουομένων στις ακτές, τα εκτιμώμενα επίπεδα μόλυνσης με βάση τα ιστορικά δεδομένα ποιότητας των υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ, η ευκολία πρόσβασης στην ακτή και η χιλιομετρική απόσταση (χρόνος μεταφοράς) από το Εργαστήριο Υγιεινής και Επιδημιολογίας του Ιατρικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το τελευταίο διέθετε τον απαραίτητο εργαστηριακό εξοπλισμό και τεχνογνωσία για την αποθήκευση των δειγμάτων, την παρασκευή των καλλιεργητικών υλικών και την εκτέλεση των εξετάσεων για τον ποσοτικό προσδιορισμό των μικροβιακών παραμέτρων των δειγμάτων υδάτων και άμμου. Για την εκτίμηση του αριθμού των

λουομένων ελήφθησαν υπόψη πληροφορίες από τα καταστήματα στις περιοχές των ακτών κολύμβησης ή από λουόμενους που σύχναζαν τακτικά σε συγκεκριμένες περιοχές κολύμβησης. Επιπρόσθετα, αποφασίστηκε η μελέτη να διεξάγεται μόνο κατά τις ημέρες Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή όπου συγκεντρωνόταν μεγάλος αριθμός λουομένων. Οι ακτές που απείχαν αρκετή απόσταση από δρόμο προσπελάσιμο με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο απορρίφθηκαν εξ αρχής, λόγω του ότι έπρεπε να μεταφερθεί συγκεκριμένος εξοπλισμός σε κάθε δειγματοληψία στην ακτή. Επιπρόσθετα, απαίτηση ήταν οι παραλίες να απέχουν αρκετή απόσταση μεταξύ τους ώστε να μην επηρεάζονται η μια από την άλλη αλλά συγχρόνως όχι τόσο πολύ μεγάλη. Η συνολική χρονική διάρκεια πρόσβασης σε αυτές από το Εργαστήριο μαζί με τους χρόνους δειγματοληψίας των υδάτων και της άμμου και την επιστροφή στο εργαστήριο έπρεπε να μην υπερβαίνουν συνολικά τις 6 ώρες. Για την αρχική εκτίμηση των επιπέδων μόλυνσης των υδάτων των ακτών ελήφθησαν υπόψη τα ιστορικά δεδομένα της ποιότητας των θαλασσινών υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ των ετών 1987-2006 και, ειδικά, οι μέσες συγκεντρώσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων (Ολικά κολοβακτηροειδή, θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή, *E.coli*, Εντερόκοκκοι). Αναζητήθηκαν αρχικά ακτές με καθαρά (εντός των προβλεπόμενων ορίων της νομοθεσίας) και ρυπαρά ύδατα (εκτός των προβλεπόμενων ορίων της νομοθεσίας) ως προς τα επίπεδα της μικροβιακής ρύπανσης των υδάτων. Εντούτοις, από τα αποτελέσματα των δεδομένων ποιότητας των θαλασσινών υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ σε καμία από τις προς επιλογήν ακτές τα επίπεδα των μικροβιολογικών παραμέτρων δεν ξεπερνούσαν τα προβλεπόμενα από τη νομοθεσία όρια. Τελικώς, επιλέχθηκαν τρεις παραλίες που παρότι δεν ξεπερνούσαν τα προβλεπόμενα από τη νομοθεσία όρια, εντούτοις, διέθεταν διαφορετικά επίπεδα μικροβιολογικής ποιότητας.

Οι ακτές που επιλεχθήκαν ήταν η παραλία του Στομίου (Δήμος Ευρυμενών, Νομός Λάρισας), η παραλία της Κουτσουπιάς (Δήμος Μελιβοίας, Νομός Λάρισας) και η παραλία της Βελίκας - θέση «Σπιτάκι» (Δήμος Μελιβοίας, Νομός Λάρισας).

Τα ειδικά χαρακτηριστικά της ταυτότητας των τριών παραλιών που επιλέχθηκαν συνοψίζονται αναλυτικά παρακάτω:

Παραλία Στομίου (παραλία Α):

Η παραλία βρίσκεται εντός του οικισμού Στομίου του Δήμου Ευρυμενών στο Νομό Λάρισας. Την ονομασία του ο οικισμός την οφείλει στο ότι βορειότερα εκβάλει ο Πηνειός ποταμός. Η ακτογραμμή βρίσκεται σχεδόν παράλληλα με τον γεωγραφικό άξονα Βορρά-Νότου. Χαρακτηρίζεται από μια αμώδους σύστασης παραλία που οφείλεται στις εναποθέσεις από το ποτάμι κατά την διάρκεια της ιστορικής περιόδου. Τα ύδατα είναι σχετικά ρηχά (<1,5 μέτρων) για αρκετά μέτρα από την ακτογραμμή. Λόγω του τελευταίου αποτελεί δημοφιλή προορισμό για οικογένειες με παιδιά. Κατά χρονικά διαστήματα εμφανίζονται στην περιοχή έντονοι άνεμοι και κυματισμός αποτελώντας επίσης δημοφιλή προορισμό για τους αθλητές της ιστιοσανίδας. Παράλληλα με την ακτογραμμή μόλις μερικά μέτρα πίσω βρίσκεται ένα τυφλό κατά το καλοκαίρι τμήμα του ποταμού με λιμνάζοντα ύδατα όπου παρατηρείται πλούσια βλάστηση με συνήθως έντονα φαινόμενα ευτροφισμού. Στο νότιο άκρο της

ακτής βρίσκεται ένας μικρός φάρος που οριοθετούσε το δεξί όριο την ακτής της μελέτης. Το μέρος αυτό αποτελούσε παράλληλα σημείο δειγματοληψίας του ΥΠΕΧΩΔΕ που το επιβεβαίωνε μια σχετική αναρτημένη πινακίδα. Στην περιοχή βρίσκονται δυο μόνιμα καφέ-αναψυκτήρια και ένα μικρό αναψυκτήριο κατασκευασμένο από πρόχειρη-λυόμενη κατασκευή. Το τμήμα αυτό της ακτής αποτέλεσε το «σημείο δειγματοληψίας 1». Βορειότερα της ακτής, βρίσκεται το Δημοτικό κάμπινγκ, που η νοητή προέκταση του προς την ακτογραμμή οριοθετούσε το αριστερό όριο της προς συμμετοχή στην επιδημιολογική μελέτη ακτής. Στο σημείο υπήρχε ένα μικρό εποχιακό αναψυκτήριο σε λυόμενη κατασκευή. Το σημείο αυτό αποτέλεσε το «σημείο δειγματοληψίας 3». Ανάμεσα στα δυο σημεία βρίσκεται το «σημείο δειγματοληψίας 2» με ειδικό χαρακτηριστικό ότι διέθετε μια μικρή ζώνη ξηράς μόλις ολίγων δεκάδων μέτρων ανάμεσα στη θάλασσα και το προαναφερόμενη τυφλή κατάληξη του ποταμού. Το σημείο αυτό διέθετε επίσης ένα εποχιακό αναψυκτήριο (beach bar), λυόμενης κατασκευής. Τα σημεία ήταν ευδιάκριτα μεταξύ τους, τόσο από θέμα οριοθέτησης, όσο και από τη συρροή παραθεριστών που συγκεντρώνονταν συνήθως στο κεντρικό τμήμα των σημείων αυτών πλησίον των αναψυκτηρίων (beach bars).

Η ακτή αυτή παρά το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων στις δειγματοληψίες υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ της χρονικής περιόδου 1997-2006 ήταν στην πλειοψηφία εντός των αποδεκτών ορίων αποτελούσε στη σχεδίαση της μελέτης την παραλία «υψηλού κινδύνου», λόγω του υψηλότερου μέσου όρου των μικροβιακών παραμέτρων και της γειννίας της με τον ποταμό. Η παραλία διέθετε γαλάζια σημαία (2008).

Παραλία Κουτσουπιάς (παραλία Β):

Η παραλία αυτή είναι μια σχετικά μικρή παραλία του Δήμου Μελιβοίας. Βρίσκεται εντός ενός μικρού οικισμού ενώ τα τελευταία χρόνια εμφανίζει μια έντονη οικιστική ανάπτυξη. Η ακτογραμμή βρίσκεται σχεδόν παράλληλα με το νοητό άξονα Ανατολής-Δύσης. Η σύσταση της ακτής αποτελείται επί το πλείστον από ψιλό έως μέτριου μεγέθους χαλίκι. Τα ύδατα βαθαίνουν απότομα ενώ η ακτή είναι σχετικά προστατευμένη από κυματισμό. Τα τρία καφέ-αναψυκτήρια αποτελούν τα τρία ευδιάκριτα σημεία δειγματοληψίας της παραλίας αυτή (σημεία 4, 5, 6). Ανατολικότερα, βρίσκεται το σημείο δειγματοληψίας 6, ενώ στο Δυτικότερο άκρο της παραλίας βρίσκεται το σημείο δειγματοληψίας 4. Ανάμεσα στα δύο σημεία βρίσκεται το σημείο δειγματοληψίας 5. Τα σημεία δειγματοληψίας 4 και 5 διαθέτουν έκαστο από ένα καφέ-αναψυκτήριο με σταθερή-μόνιμη κατασκευή, ενώ το σημείο δειγματοληψίας 6 διαθέτει ένα λυόμενο και πρόχειρο καφέ-αναψυκτήριο και μια ταβέρνα μερικές δεκάδες μέτρα πίσω από την ακτογραμμή. Τα σημεία 4 και 5 αποτελούσαν τους πιο δημοφιλείς προορισμούς των λουομένων από τα τρία σημεία. Τα σημεία ήταν ευδιάκριτα μεταξύ τους τόσο από θέμα οριοθέτησης όσο και από τη συρροή παραθεριστών που συγκεντρώνονταν στα κεντρικά τμήματα των σημείων αυτών. Σύμφωνα με τις μετρήσεις των δεδομένων ποιότητας των θαλασσινών υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ της περιόδου 1997-2006, η παραλία της Κουτσουπιάς έχει τις πιο χαμηλές συγκεντρώσεις στους μικροβιακούς δείκτες μόλυνσης από τις τρεις παραλίες της έρευνας.

Παραλία Βελίκας - θέση «Σπιτάκι» (παραλία C):

Η θέση «Σπιτάκι» βρίσκεται στην παραλία του Δήμου Μελιβοίας, στο Δημοτικό διαμέρισμα της Βελίκας. Αποτελεί τμήμα μιας σχεδόν ευθείας ακτογραμμής που εκτείνεται για πολλά χιλιόμετρα από τον Αγιοκάμπο έως την παραλία του Δημοτικού διαμερίσματος της Βελίκας. Το συγκεκριμένο σημείο διαθέτει ένα από τα πιο άρτια οργανωμένα σημεία της παραλίας. Διαθέτει γαλάζια σημαία και αποτελεί έναν πολύ δημοφιλή προορισμό για τους λουόμενους με αποτέλεσμα να παρατηρείται έντονη συνάθροιση στο σχετικά μικρό χώρο αυτής της οργανωμένης ακτής, που οριοθετείται σαφώς με κατάλληλη σήμανση (πινακίδες). Αποτελούσε ένα και μοναδικό σημείο της υπό μελέτη παραλίας, το σημείο δειγματοληψίας 8. Το έδαφος της αποτελείται από μετρίου μεγέθους χαλίκι και το νερό βαθαίνει σχετικά απότομα. Διαθέτει εξέδρα κολύμβησης στην θάλασσα μερικά μέτρα από την ακτή και δυνατότητα συμμετοχής των λουομένων σε θαλάσσια αθλήματα (κανό, ποδήλατο θαλάσσης, αερόστατο θαλάσσης). Σύμφωνα με τις μετρήσεις των δεδομένων ποιότητας των θαλασσινών υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ της περιόδου 1997-2006, η παραλία αυτή είχε χαμηλές συγκεντρώσεις στους μικροβιακούς δείκτες μόλυνσης.

Άλλα σημεία Δειγματοληψίας:

Το σημείο δειγματοληψίας 7: Βρισκόταν περίπου 2-3 χιλιόμετρα βορειότερα του σημείου δειγματοληψίας 8, στο Δημοτικό διαμέρισμα της Βελίκας. Διαθέτει τα ίδια μορφολογικά χαρακτηριστικά εδάφους και ύδατος με το σημείο 8 αλλά και ασταθή αριθμό προσέλευσης λουομένων. Αποτελούσε μια εφεδρική επιλογή ακτής σε αυτή τη μελέτη.

Το σημείο δειγματοληψίας 9: Βρισκόταν μερικές εκατοντάδες μέτρα νοτιότερα του σημείου δειγματοληψίας 8 με ίδια υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά με το σημείο δειγματοληψίας 7. Αποτελούσε εφεδρική επιλογή ακτής σε αυτή τη μελέτη.

Το ερωτηματολόγιο

Για το σκοπό της έρευνας δημιουργήθηκε ειδικό ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο ήταν ανώνυμο και βασιζόταν στην εθελοντική συμμετοχή. Δημιουργήθηκε έπειτα από διεξοδική μελέτη της βιβλιογραφίας όπου ελήφθησαν υπόψη όλα τα πιθανά συμπτώματα/νοσήματα που σχετίζονται με την κολύμβηση. Το ερωτηματολόγιο περιέχει συνολικά 26 ερωτήσεις, στην πλειοψηφία τους κλειστού τύπου. Το ερωτηματολόγιο διακρινόταν σε δυο τμήματα. Το πρώτο τμήμα αποτελείται από 15 ερωτήσεις που περιελάμβαναν ερωτήσεις σχετικά με δημογραφικά δεδομένα (ηλικία, φύλο, τόπος διαμονής, τηλέφωνο επικοινωνίας κλπ), προσωπικές πληροφορίες για τις συνήθειες κολύμβησης (αν κάνει εμβάπτισεις κεφαλής, κολυμπάει ρηχά ή βαθιά, χρόνος κολύμβησης, χρήση μέσων προστασίας κλπ) και υποκειμενικές πληροφορίες σχετικά με την αντίληψη τους για το χώρο της παραλίας

(παρουσία σκουπιδιών, ζώων κλπ). Οι ερωτήσεις του πρώτου τμήματος συμπληρώνονταν στην παραλία. Το δεύτερο τμήμα του ερωτηματολογίου αποτελείται από 11 ερωτήσεις για την παρουσία ή απουσία συγκεκριμένων συμπτωμάτων και νοσημάτων που σχετίζονταν με την κολύμβηση. Οι ερωτήσεις προς τους λουόμενους και τους μη εκτεθειμένους επικεντρώνονταν σε συμπτώματα και κλινικά σημεία. Τα συμπτώματα ή κλινικά σημεία που αναζητήθηκαν από τους λουόμενους σχετίζονταν με νοσήματα από το γαστρεντερικό σύστημα (ναυτία-εμετός, διάρροιες άνω των δύο, κοιλιακό άλγος, πυρετός), το αναπνευστικό σύστημα (πονόλαιμος, δυσκαταποσία, καταρροή, βήχας, βράγχος φωνής), τους οφθαλμούς (ερυθρότητα, αίσθημα πόνου ή καύσου, δακρύρροια, αυξημένη παραγωγή τσίμπλας ή βλέννας) τα ώτα (πόνος, αίσθημα βάρους, εκροή υγρού, κνησμός), το δέρμα (ηλιακό έγκαυμα, μόλυνση, νυγμός εντόμου, επίθεση θαλάσσιου οργανισμού, αλλεργική δερματίτιδα κ.ά.), το ουρογεννητικό (ουρολοίμωξη, κολπίτιδα) και το μυοσκελετικό (κατάγματα, διαστρέμματα, τρώσεις, θλάσεις, αμυχές κ.ά.). Επιπρόσθετα, υπήρχαν ερωτήσεις που διερευνούσαν την αναζήτηση ιατρικής βοήθειας, την επίσκεψη σε φαρμακείο ή τη χρήση φαρμάκου και τον κλινοστατισμό, για οποιοδήποτε από τα παραπάνω κλινικά συμπτώματα ή σημεία ή για οποιαδήποτε άλλη νόσο η οποία και διευκρινιζόταν αναλυτικά.

Στην αρχή κάθε ερωτηματολογίου υπήρχε χώρος για την καταγραφή της ημερομηνίας, της ώρας, της παραλίας και του σημείου της παραλίας που αντιστοιχούσε στο σημείο δειγματοληψίας. Επιπρόσθετα, υπήρχε χώρος για τη συμπλήρωση του μοναδικού εννιαψήφιου αριθμού του ερωτηματολογίου ο οποίος απαρτιζόταν από τον αριθμό του συνεντευκτή (τιμές 1-9), την ημερομηνία συνέντευξης (πχ. 1208 για την 12^η Αυγούστου), τον αύξοντα αριθμό συνέντευξης (τιμές 0001-9999). Επιπρόσθετα, υπήρχε χώρος για τη συμπλήρωση του σταθερού και κινητού τηλεφώνου.

Παράλληλα με τις συνεντεύξεις των λουομένων στην παραλία διενεργηθήκε η τηλεφωνική συνέντευξη σε ομάδα μη εκτεθειμένων (μη κολυμβητών). Στην ομάδα των μη εκτεθειμένων (μη κολυμβητών) συμπληρωνόταν το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου που αφορούσε τα δημογραφικά και προσωπικά δεδομένα και συγχρόνως το ειδικό δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου με τις ερωτήσεις για την παρουσία (ή απουσία) κλινικών συμπτωμάτων και νοσημάτων που σχετίζονταν με την κολύμβηση (οι ερωτήσεις 18-26).

Σε περίπτωση επίσκεψης ενός λουομένου ή μη εκτεθειμένου σε ιατρό λαμβανόταν σαφώς υπόψη η διάγνωση της νόσου όπως αυτήν είχε διαγνωστεί από τον ιατρό και καταγραφόταν στο ερωτηματολόγιο.

Το ερωτηματολόγιο πριν τη χρήση του, δοκιμάστηκε αρχικά σε 20 λουόμενους μετά τις απαντήσεις των οποίων έγιναν μικρές διορθώσεις. Το τελικό ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα παρατίθεται πλήρως στην ενότητα **παράρτημα Ι**.

Συμπλήρωση και συλλογή των ερωτηματολογίων

Στους λουόμενους-κολυμβητές, όπως προαναφέρθηκε, αρχικά διενεργήθηκε μια σύντομη προσωπική συνέντευξη στην παραλία με στόχο τη συμπλήρωση του πρώτου τμήματος του ερωτηματολογίου. Ακολουθούσε μετά

την παρέλευση 10 ημερών η τηλεφωνική επικοινωνία με τους κολυμβητές για τη συμπλήρωση του δεύτερου τμήματος του ερωτηματολογίου.

Για το σκοπό της μελέτης επιλέχθηκαν εννέα (9) συνεντευκτές που στη συνέχεια εκπαιδεύτηκαν για την εκ του πλησίον προσωπική συνέντευξη (πρόσωπο με πρόσωπο) των κολυμβητών στην παραλία και για την τηλεφωνική επικοινωνία μαζί τους έπειτα από 10 ημέρες. Οι συνεντευκτές επιπρόσθετα, πραγματοποιούσαν και τις τηλεφωνικές συνεντεύξεις στους μη εκτεθειμένους.

Οι συνεντευκτές στην πλειοψηφία τους ήταν άτομα που διέθεταν τουλάχιστον βασικές γνώσεις ιατρικής (ιατροί, φοιτητές ιατρικής, νοσηλεύτρια, επόπτρια δημόσιας υγείας). Σε όλη τη διάρκεια των συνεντεύξεων φορούσαν το ειδικό για την περίπτωση τυπωμένο μπλουζάκι της έρευνας ενώ σε εμφανή θέση φορούσαν ένα ειδικό καρτελάκι με το όνομα τους που διέθετε σαφή σήμανση γνησιότητας σε εμφανές σημείο (τη σφραγίδα του Εργαστηρίου Υγιεινής και Επιδημιολογίας).

Ορισμός κολυμβητή και μη κολυμβητή

Στη μελέτη συμμετείχαν, όπως προαναφέρθηκε, σε εθελοντική βάση όλοι οι λουόμενοι-κολυμβητές των τριών ακτών ανεξαρτήτως φύλου, ηλικίας και διαμονής. Εξαιρέθηκαν οι αλλοδαποί κολυμβητές (τουρίστες), ειδικές ομάδες πληθυσμού (αθίγγανοι, μετανάστες) και μόνιμοι κάτοικοι εξωτερικού προκειμένου να αποφευχθούν συστηματικά λάθη στη μελέτη και τη διαλογή.

Ως κολυμβητής χαρακτηριζόταν κάθε λουόμενος που βρισκόταν στην παραλία και δήλωνε ότι κολυμπούσε για τουλάχιστον 10 λεπτά, ανεξάρτητα από την εμβάπτιση της κεφαλής του στο νερό.

Ως μη εκτεθειμένος χαρακτηριζόταν όποιος δεν είχε πάει για κολύμβηση σε θαλάσσια ακτή ή κολυμβητική δεξαμενή ή είχε επισκεφθεί κάποια παραλία για τουλάχιστον 14 ημέρες, πριν την τηλεφωνική επικοινωνία. Η επιλογή των μη εκτεθειμένων έγινε με μέθοδο τυχαίας δειγματοληψίας από τον τηλεφωνικό κατάλογο της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας και κυρίως από τον Νομό Λάρισας, ενώ λίγοι επιλεχθήκαν από την υπόλοιπη χώρα.

Ορισμός νοσήματος

Κατά τη σχεδίαση της έρευνας τα συμπτώματα ή κλινικά σημεία που αναζητήθηκαν σχετίζονταν με κάποια συγκεκριμένα νοσήματα, όπως μια λοίμωξη αναπνευστικού (ρινίτιδα, αμυγδαλίτιδα, φαρυγγίτιδα, λαρυγγίτιδα, πνευμονία), γαστρεντερίτιδα, λοίμωξη των ωτών, λοίμωξη των οφθαλμών, δερματοπάθεια (ηλιακό έγκαυμα, βακτηριακή ή μυκητιασική μόλυνση του δέρματος, αλλεργική δερματίτιδα ή έκζεμα), νυγμός ή δήγμα εντόμου, προσβολή θαλάσσιου οργανισμού (μέδουσα, αχινός κλπ) και κυστίτιδα ή ουρολοίμωξη στις γυναίκες. Τα νοσήματα αυτά έχουν συσχετιστεί στο

παρελθόν σε διάφορες μελέτες με την κολύμβηση ή υπήρχε πιθανότητα να εμφανιστούν σε λούμενους.

Για κάθε κατηγορία νοσήματος ορίστηκαν δυο ορισμοί. Ο πρώτος ορισμός (ορισμός A) αφορούσε τις περιπτώσεις που υπήρχε έστω και ένα σύμπτωμα ή σημείο (μια θετική απάντηση) από το σύνολο των σημείων ή συμπτωμάτων που προσδιόριζαν ένα συγκεκριμένο νόσημα. Ως απουσία της συγκεκριμένης νόσου ορίστηκαν οι περιπτώσεις όπου δεν παρατηρήθηκε κανένα σύμπτωμα από τη συγκεκριμένη νόσο. Ο δεύτερος ορισμός (ορισμός B) ήταν ένας πιο αυστηρός ορισμός της νόσου. Χαρακτηριζόταν από την παρουσία τουλάχιστον δυο συμπτωμάτων (δυο θετικών απαντήσεων) από κάθε κατηγορία νοσήματος. Ως απουσία της συγκεκριμένης νόσου ορίστηκαν ξανά οι περιπτώσεις όπου δεν παρατηρήθηκε κανένα σύμπτωμα σχετικό με τη νόσο. Ακολουθούν στη συνέχεια αναλυτικά οι ορισμοί για κάθε νόσημα:

Λοίμωξη Αναπνευστικού

- Ορισμός A: η παρουσία τουλάχιστον ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα όπως πονόλαιμος, δυσκαταποσία, καταρροή, βήχας (με παρουσία ή απουσία πυρετού) και βράγχος φωνής.
- Ορισμός B: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα ακόλουθα συμπτώματα όπως πονόλαιμος, δυσκαταποσία, καταρροή, βήχας (με παρουσία ή απουσία πυρετού) και βράγχος φωνής.
- Απουσία αναπνευστικής νόσου: η απουσία οποιουδήποτε συμπτώματος από το αναπνευστικό (πονόλαιμος, δυσκαταποσία, καταρροή, βήχας (με παρουσία ή απουσία πυρετού) και βράγχος φωνής).

Γαστρεντερίτιδα

- Ορισμός A: η παρουσία ενός από τα παρακάτω συμπτώματα όπως ναυτία-εμετός, άνω των δυο διαρροϊκών κενώσεων, κοιλιακό άλγος.
- Ορισμός B: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα παρακάτω συμπτώματα όπως ναυτία-εμετός, άνω των δυο διαρροϊκών κενώσεων, κοιλιακό άλγος και πυρετός.
- Απουσία γαστρεντερίτιδας: η απουσία οποιουδήποτε συμπτώματος από το γαστρεντερικό σύστημα (ναυτία-εμετός, άνω των δυο διαρροϊκών κενώσεων, κοιλιακό άλγος και πυρετός).

Ωτίτιδα

- Ορισμός A: η παρουσία ενός από τα παρακάτω συμπτώματα από τα ώτα όπως πόνος, αίσθημα βάρους, εκροή υγρού και κνησμός.
- Ορισμός B: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα παρακάτω συμπτώματα από τα ώτα όπως πόνος, αίσθημα βάρους, εκροή υγρού και κνησμός.
- Απουσία ωτίτιδας: η απουσία οποιουδήποτε συμπτώματος από τα ώτα (πόνος, αίσθημα βάρους, εκροή υγρού και κνησμός).

Οφθαλμοπάθεια

- Ορισμός Α: η παρουσία ενός από τα παρακάτω συμπτώματα από τους οφθαλμούς όπως ερυθρότητα, αίσθημα πόνου ή καύσου, δακρύρροια και αυξημένη παρουσία τσίμπλας ή παραγωγή βλέννας.
- Ορισμός Β: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα παρακάτω συμπτώματα από τους οφθαλμούς όπως ερυθρότητα, αίσθημα πόνου ή καύσου, δακρύρροια και αυξημένη παρουσία τσίμπλας ή παραγωγή βλέννας.
- Απουσία οφθαλμοπάθειας: η απουσία οποιουδήποτε συμπτώματος από τους οφθαλμούς (ερυθρότητα, αίσθημα πόνου ή καύσου, δακρύρροια και αυξημένη παρουσία τσίμπλας ή παραγωγή βλέννας).

Δερματοπάθεια

- Ορισμός: Η παρουσία ενός από τα παρακάτω συμπτώματα στο δέρμα όπως ηλιακό έγκαυμα, μόλυνση δέρματος και αλλεργική δερματίτιδα ή έκζεμα. Τα συμπτώματα από το δέρμα που αναφέρονται στον ορισμό Α αποτελούν από μόνα τους ξεχωριστές νοσολογικές οντότητες. Κατά επέκταση δεν υφίσταται ορισμός Β για την περίπτωση της δερματοπάθειας.
- Απουσία δερματοπάθειας: η απουσία οποιουδήποτε συμπτώματος από τα παραπάνω.

Δειγματοληψίες υδάτων και άμμου

Όλο το χρονικό διάστημα διεξαγωγής της επιδημιολογικής μελέτης σειράς διενεργούνταν παράλληλα δειγματοληψίες υδάτων και άμμου προκειμένου να προσδιοριστούν ποσοτικά οι διάφοροι βακτηριακοί δείκτες μόλυνσης (μικροβιολογικές παράμετροι) και να εκτιμηθεί η ποιότητα των υδάτων και της άμμου.

Το έντυπο δειγματοληψίας υδάτων και άμμου

Σε κάθε παραλία, οι δειγματοληψίες υδάτων και άμμου συνοδεύονταν πάντοτε από τη συμπλήρωση ενός έντυπου ειδικά διαμορφωμένου για το σκοπό της δειγματοληψίας.

Τα δελτία δειγματοληψίας νερού και άμμου βασιστήκαν στο έντυπο της δειγματοληψίας του νερού (το έντυπο 16.2/1), που δημιουργήθηκε από την Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας (ΕΣΔΥ) και το Κεντρικό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (ΚΕΔΥ), στα πλαίσια του Έργου Επιστημονικής Υποστήριξης του Υπουργείου Υγείας Πρόνοιας (ΥΥΠ), για την υλοποίηση του επιχειρησιακού προγράμματος «ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΙ ΑΓΩΝΕΣ ΑΘΗΝΑ 2004 ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ - ΥΓΙΕΙΝΗ» και προσαρμόστηκε στις ανάγκες της μελέτης με την αφαίρεση κάποιων εδαφίων και την προσθήκη κάποιων άλλων εδαφίων. Στο έντυπο δειγματοληψίας νερού συμπληρώνονταν όλες οι πληροφορίες που αφορούσαν τον κωδικό της παραλίας, το σημείο, την ημερομηνία και την ώρα δειγματοληψίας, το είδος της δειγματοληψίας (νερό, υγρή άμμος, στεγνή άμμος) και επιπρόσθετα τον αριθμό των λουομένων επί της ακτής και το νερό ανά σημείο δειγματοληψίας. Επιπρόσθετα, συμπληρώνονταν οι επισκοπικές παράμετροι ποιότητας της ακτής, όπως η παρουσία σκουπιδιών, ορυκτελαίων ή πίσσας στο νερό ή την άμμο, η ύπαρξη οσμής φαινόλης ή άλλης δυσάρεστης οσμής, ο κυματισμός, η κατεύθυνση του ανέμου, η θολερότητα. Άλλες επισκοπικές παράμετροι που λαμβάνονταν υπόψη και σημειώνονταν επί παρουσίας τους ήταν η ύπαρξη αφρού, μεδουσών και επιπλεόντων αντικειμένων στο νερό. Επιπρόσθετα, μετριόταν με τη χρήση θερμομέτρου η θερμοκρασία του νερού και καταγραφόταν η ύπαρξη βροχόπτωσης την ημέρα της δειγματοληψίας ή την προηγούμενη ημέρα αυτής. Το ειδικό έντυπο της δειγματοληψίας νερού και άμμου παρατίθεται στο παράρτημα Ι.

Επιπρόσθετα, πάνω σε κάθε μπουκάλι νερού ή σακουλάκι άμμου σημεινόταν με ανεξίτηλο μαρκαρόδο, ο κωδικός της παραλίας (Α, Β, C), το σημείο δειγματοληψίας (1-9), η ημερομηνία, η ώρα δειγματοληψίας και επιπρόσθετα για την άμμο η ένδειξη υγρή (Α) ή στεγνή (Β).

Το έντυπο δειγματοληψίας υδάτων και άμμου παρατίθεται στο παράρτημα Ι.

Οι δειγματοληψίες των υδάτων

Η δειγματοληψία των υδάτων διεξαγόταν σύμφωνα με τα πρότυπα του παραρτήματος V της οδηγίας 2006/7/ΕΕ. Η δειγματοληψία του θαλασσινού νερού γινόταν κάθε ημέρα διεξαγωγής της έρευνας από τα επτά σημεία δειγματοληψίας των τριών ακτών. Λαμβανόταν ποσότητα 500-1000 mL θαλασσινού νερού σε αποστειρωμένες φιάλες. Τα δείγματα τοποθετούνταν σε ψυγεία μεταφοράς (θερμοκρασία 4-8 °C) από τη στιγμή της δειγματοληψίας τους και σε όλη τη διάρκεια μεταφοράς των δειγμάτων ύδατος προς το εργαστήριο ή κατά την αποθήκευσή τους στο εργαστήριο.

Οι δειγματοληψίες της άμμου

Οι δειγματοληψίες της άμμου διενεργούνταν από τα σημεία δειγματοληψίας του θαλασσινού νερού και περιελάμβαναν τη δειγματοληψία της υγρής άμμου, (συμβολιζόταν με «Α») στο σημείο όπου η θάλασσα διαβρέχει την ξηρά (ακτογραμμή) και τη δειγματοληψία της στεγνής άμμου στο εσωτερικό της ακτογραμμής (συμβολιζόταν με «Β») στο σημείο όπου οι λουόμενοι συνήθως συγχρωτίζονταν. Σε κάθε σημείο δειγματοληψίας των υδάτων των παραλιών συλλέγονταν αντίστοιχα υγρή (Α) και στεγνή (Β) άμμος ποσότητας περίπου 500-1000 γραμμαρίων, αντίστοιχα. Η συλλογή γινόταν με τη χρήση αποστειρωμένης ανοξείδωτης σπάτουλας/ σέσουλας από τα επιφανειακά 5-10 εκατοστόμετρα της άμμου και τοποθετούνταν σε στείρες σακούλες δειγματοληψίας τροφίμων (BagLight Interscience Bagsystem) που στην συνέχεια σφραγίζονταν και τοποθετούνταν στο ψυγείο μεταφοράς. Η συλλογή της άμμου γινόταν από περισσότερα από ένα τμήματα του ίδιου τομέα δειγματοληψίας (τουλάχιστον πέντε), ενώ προτιμούνταν τα σημεία που διέθεταν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση παραθεριστών.

Εργαστηριακή ανάλυση υδάτων και άμμου

Στο εργαστήριο, στα δείγματα του θαλασσινού νερού και της άμμου γίνονταν ποσοτικός προσδιορισμός των ολικών κολοβακτηροειδών, των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών, των *E.coli*, των Εντερόκοκκων και των Σταφυλόκοκκων (*S.aureus*).

Οι αναλύσεις των δειγμάτων ύδατος γίνονταν με τη μέθοδο της διήθησης μεμβρανών σύμφωνα με τα πρότυπα ISO και APHA και χρησιμοποιήθηκαν τα φίλτρα διήθησης της εταιρίας Millipore (EZ-pak membrane) με πόρους διαμέτρου 0,45 μm. Για την απομόνωση των παραπάνω μικροβιακών παραμέτρων (βακτηριακοί δείκτες μόλυνσης) επιλεχθήκαν τα παρακάτω πρότυπα (αναλυτική παρουσίαση των μεθόδων γίνεται στο παράρτημα II):

- Για την ανίχνευση των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliforms) χρησιμοποιήθηκε η Standard Method APHA 9222B

- Για την ανίχνευση των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (faecal coliforms) και των *E.coli* χρησιμοποιήθηκε η Standard Method APHA 9222D

- Για την ανίχνευση των Εντερόκοκκων (Enterococcae) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδο διήθησης μεμβρανών (MF) ISO 7899-2:2000

Για την ανίχνευση του Σταφυλόκοκκου χρυσίζοντα (*S.aureus*) χρησιμοποιήθηκε μια παραλλαγή της μεθόδου ISO 6889.1: 1999/ A1: 2004 που χρησιμοποιείται στα τρόφιμα, κατάλληλα προσαρμοσμένη. Ειδικότερα το φίλτρο-μεμβράνη μετά την διήθηση του νερού τοποθετούνταν σε εκλεκτικό υπόστρωμα Baird Parker και επωαζόταν στους 37 °C για 44 ± 4 ώρες σε αερόβιες συνθήκες. Ακολουθούσε καταμέτρηση των τυπικών αποικιών και γινόταν επιβεβαιωτική καλλιέργεια σε εκλεκτικό υπόστρωμα Μαννιτόλης (Mannitol Salt Agar) με επώαση στους 37 °C για 18-24 ώρες. Για τις τυπικές αποικίες στο Mannitol Salt Agar ακολουθούσαν οι τελικές επιβεβαιωτικές δοκιμασίες για την παραγωγή καταλάσης και κοαγκουλάσης καθώς και χρώση Gram. Μόνο οι αποικίες που αποτελούνταν από κοκκοβακτήρια που χρωματίζονταν Gram θετικά (+) και έδιναν θετικό (+) αποτέλεσμα στις δοκιμασίες καταλάσης και κοαγκουλάσης (πηκτάσης) χαρακτηρίζονταν ως *S.aureus*.

Οι αναλύσεις των υδάτων γίνονταν σύμφωνα με τις προαναγραφόμενες μεθόδους αυθημερόν της δειγματοληψίας, εντός 4-6 ωρών από τη στιγμή της δειγματοληψίας.

Για την απομόνωση μικροβίων από δείγματα της άμμου υπάρχει περιορισμένη βιβλιογραφία. Παράλληλα δεν υπάρχει κάποια προτεινόμενη μέθοδος από κάποιο διεθνή οργανισμό ή φορέα. Μετά τη διεξοδική μελέτη της βιβλιογραφίας αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος που περιγράφεται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

Βασικό στάδιο αποτελούσε η έκπλυση των μικροβίων από την άμμο, προκειμένου να μπορεί να γίνει χρήση της μεθόδου διήθησης μέσω μεμβράνης. Αυτό ήταν εφικτό μόνο με τη χρήση ενός υδατικού διαλύματος. Προτιμήθηκε να χρησιμοποιηθεί το phosphate buffer saline (PBS) ως μέσο έκπλυσης. Η χρήση της συσκευής stomacher για την έκπλυση της άμμου αποκλείστηκε νωρίς κατά τις πρώτες προσπάθειες λόγω της καταστροφής (τρώσης) της σακούλας ομογενοποίησης (Baglight Interscience Bagsystem) από την άμμο και κατά επέκταση της απώλειας του εκπλύματος. Παρά την τοποθέτηση στη συνέχεια ακόμη και διπλής σακούλας ή βάμβακος εξωτερικά στις πλάκες συμπίεσης του stomacher, τελικώς προκαλούνταν τρώση της σακούλας. Μετά την αποτυχία αυτή αποφασίστηκε η έκπλυση των μικροβίων από την άμμο να γίνεται σε αποστειρωμένο γυάλινο περιέκτη χωρητικότητας 250 mL ή 500 mL όπου προστιθόταν ποσότητα 50 γραμμαρίων άμμου και αντίστοιχα 250 mL PBS (Phosphate Buffer Saline). Ακολουθούσε έντονη χειροκίνητη ανάδευση για τουλάχιστον δυο λεπτά. Το μείγμα άμμου και PBS αφηνόταν στη συνέχεια σε ηρεμία για δυο (2) έως πέντε (5) λεπτά ώστε να καθιζάνει η άμμος και το χαλίκι. Στη συνέχεια, το υπερκείμενο διάλυμα του buffer μεταχειριζόταν πλέον ως δείγμα νερού που διηθούνταν με τη μέθοδο της διήθησης μέσω της μεμβράνης σε φίλτρα 0,45 μm σε ποσότητα 50 mL, 5

mL, 0,5 mL με την εκάστοτε ανάλογη μέθοδο που προαναφέρθηκε για κάθε δείκτη μόλυνσης για τα δείγματα των υδάτων. Οι προαναφερθείσες ποσότητες αποφασίστηκαν έπειτα από διαδοχικές μετρήσεις και πειραματισμούς με διάφορες ποσότητες άμμου και όγκου PBS. Επιπρόσθετα, έγινε προσπάθεια να μετριάσει το σημαντικό πρόβλημα που δημιουργούσαν οι πολύ μεγάλες διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των βακτηριακών δεικτών στην άμμο, αλλά και να μετριάσει η μεγάλη κατανάλωση των καλλιεργητικών υλικών. Τα τελικά αποτελέσματα εκφράζονταν με αποικίες (cfu) ανά 100 γραμμάρια άμμου. Στην άμμο προσδιορίζονταν ποσοτικά τα ολικά κολοβακτηροειδή (total coliforms), τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή (faecal coliforms), οι *E.coli*, οι Εντερόκοκκοι και ο Σταφυλόκοκκος χρυσίζων (*S.aureus*) με τις μεθόδους διήθησης που προαναφέρθηκαν για τα ύδατα.

Για την μέθοδο της διήθησης μέσω μεμβράνης χρησιμοποιήθηκαν τα φίλτρα διήθησης της εταιρίας Millipore (EZ-pak membrane) με πόρους 0,45 μm . Οι μικροβιολογικές αναλύσεις της άμμου πραγματοποιούνταν εντός 24-30 ωρών μετά τη δειγματοληψία. Στο διάστημα αυτό τοποθετούνταν σε ψυγείο θερμοκρασίας 4 °C.

Καταχώρηση δεδομένων και στατιστική επεξεργασία

Τα συμπληρωμένα ερωτηματολόγια της επιδημιολογικής μελέτης σειράς καταχωρούνταν σε ειδική για αυτό το σκοπό διαμορφωμένη βάση καταγραφής δεδομένων.

Διενεργήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση των δεδομένων της μελέτης σειράς και στη συνέχεια μονοπαραγοντική και πολυπαραγοντική στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Η στατιστικά σημαντική διαφορά εκτιμήθηκε όταν το όριο της τιμής *p-value* ήταν χαμηλότερο του 0,05.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των δειγμάτων του νερού και της άμμου καταχωρήθηκαν χωριστά σε ηλεκτρονική μορφή και διενεργήθηκε ο εκατοστημοριακός υπολογισμός της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων για κάθε σημείο δειγματοληψίας και παραλίας για το 90° και 95° εκατοστημόριο, βάση της οδηγίας 2006/7/ΕΕ. Για λόγους σύγκρισης υπολογίστηκε επιπρόσθετα το 90° και 95° εκατοστημόριο των μικροβιολογικών δεδομένων για κάθε παραλία δειγματοληψίας σύμφωνα με τη μέθοδο Hazen.

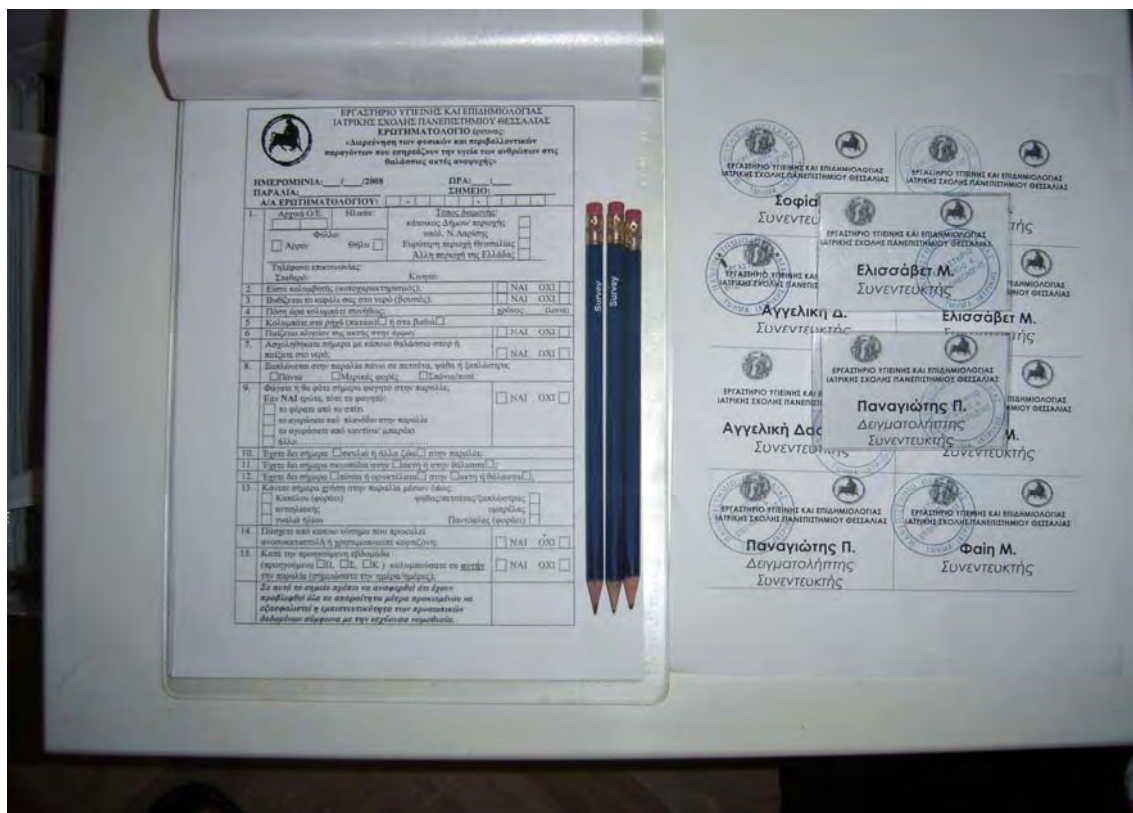
Η διενέργεια των αναλύσεων των αποτελεσμάτων της επιδημιολογικής μελέτης σειράς και των μετρήσεων νερού και άμμου έγινε με τη χρήση του επιδημιολογικού προγράμματος Epi-info και του στατιστικού προγράμματος SPSS 16.1.

Εμπιστευτικότητα των προσωπικών δεδομένων

Σε όλη τη χρονική διάρκεια της έρευνας ελήφθησαν όλα τα απαραίτητα μέτρα προκειμένου να εξασφαλιστεί η εμπιστευτικότητα των προσωπικών δεδομένων, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Η συμμετοχή των κολυμβητών και των μη εκτεθειμένων στην έρευνα υπήρξε εθελοντική και κατά τη διάρκεια της συνέντευξης οι λουόμενοι ενημερώνονταν ότι έχει εξασφαλιστεί η ανωνυμία και η εμπιστευτικότητα των προσωπικών τους δεδομένων σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Παράρτημα Ι, ερωτηματολόγιο, 1^η σελίδα).



Φωτογραφία 1. Το μπλουζάκι που φορούσαν οι συνεντευκτές κατά τη διάρκεια της συνέντευξης



Φωτογραφία 2. Τα ειδικά καρτελάκια που φορούσαν οι συνεντευκτές και τα ερωτηματολόγια μαζί με τον συνοδό εξοπλισμό



Φωτογραφία 3. Χάρτης περιοχής με τις διαδρομές για τις παραλίες διεξαγωγής της έρευνας



Φωτογραφία 4. Δορυφορική φωτογραφία της παραλίας του Στομίου



Φωτογραφία 5. Παραλία του Στομίου, σημείο δειγματοληψίας 1



Φωτογραφία 6. Παραλία του Στομίου: Διακρίνεται η εγγύτητα του ποταμού (στα αριστερά) στην ακτή διαχωριζόμενη μόνο από μια μικρή λωρίδα άμμου



Φωτογραφία 7. Παραλία του Στομίου, σημείο δειγματοληψίας 2



Φωτογραφία 8. Παραλία του Στομίου, σημείο δειγματοληψίας 3



Φωτογραφία 9. Στοιχεία ευτροφισμού που παρατηρούνται στο τυφλό τμήμα που διατρέχει παράλληλα την ακτογραμμή



Φωτογραφία 10. Παραλία Κουτσουπιάς, σημεία δειγματοληψίας 4 και 5



Φωτογραφία 11. Παραλία Κουτσουπιάς, σημείο δειγματοληψίας 6



Φωτογραφία 12. Παραλία Βελίκας, σημείο δειγματοληψίας 8



Φωτογραφία 13. Παραλία Βελίκας, σημείο δειγματοληψίας 8, εξέδρα αναψυχής



Φωτογραφία 14. Η «άμμος» των τριών παραλιών της έρευνας



Φωτογραφία 15. Η συσκευή διήθησης ύδατος που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δειγμάτων



Φωτογραφία 16. Φίλτρο διήθησης τοποθετημένο επί της συσκευής διήθησης

Αποτελέσματα της Επιδημιολογικής μελέτης σειράς

Αποτελέσματα των μετρήσεων ποιότητας του νερού και της άμμου

Την περίοδο διενέργειας της επιδημιολογικής μελέτης σειράς πραγματοποιήθηκαν συνολικά **149** δειγματοληψίες νερού και **152** δειγματοληψίες άμμου. Για τον μικροβιολογικό έλεγχο αυτών των δειγμάτων νερού και άμμου απαιτήθηκαν συνολικά **2.867** καλλιέργειες και ανακαλλιέργειες σε θρεπτικά τρυβλία και **803** επιβεβαιωτικές καλλιέργειες σε θρεπτικούς ζωμούς.

Αποτελέσματα των μικροβιολογικών μετρήσεων στα ύδατα

Για την καλύτερη εκτίμηση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων των υδάτων ανά ακτή χρησιμοποιήθηκε η προτεινόμενη μεθοδολογία από την νέα Ευρωπαϊκή οδηγία (Οδηγία 2006/7/ΕΕ). Ο υπολογισμός αυτός γίνεται βάσει του εκατοστημοριακού υπολογισμού της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων για κάθε παραλία δειγματοληψίας. Επιπρόσθετα, για λόγους σύγκρισης, έγινε ανάλυση των δεδομένων σύμφωνα με τη μη παραμετρική μέθοδο Hazen για την εκτίμηση του 90^{ου} και του 95^{ου} εκατοστημορίου ενώ παράλληλα υπολογίστηκαν οι τιμές του 95^{ου} εκατοστημορίου για κάθε μικροβιολογική παράμετρο προκειμένου να εκτιμηθεί η ποιότητα των ακτών σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Οδηγία 76/160/ΕΕ και την Υπουργική Απόφαση 46399/1352/86).

Οι τιμές όλων των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης πλην του Σταφυλόκοκκου ήταν υψηλότερες στα ύδατα του Στομίου (παραλία Α) σε σχέση με αυτές της Κουτσουπιάς και της Βελίκας (παραλίες Β και Γ αντίστοιχα). Αντιθέτως, οι υψηλότερες τιμές των συγκεντρώσεων του Σταφυλόκοκκου παρατηρήθηκαν στις παραλίες της Βελίκας και της Κουτσουπιάς, ενώ οι χαμηλότερες στην παραλία της Βελίκας. Τα αποτελέσματα αυτά παρατηρήθηκαν τόσο στη μέθοδο του εκατοστημοριακού υπολογισμού της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων (Οδηγία 2006/7/ΕΚ), όσο και στη μέθοδο Hazen καθώς και τη μέτρηση του εκατοστημορίου (Οδηγία 76/160/ΕΕ). Τα αποτελέσματα και των τριών μεθόδων για κάθε μικροβιολογική παράμετρο φαίνονται αναλυτικά για κάθε παραλία (Α=Στομίου, Β=Κουτσουπιάς, Γ=Βελίκας) και σημείο δειγματοληψίας στους πίνακες 16-20.

Πίνακας 16. Υπολογισμός του 90^{ου} εκατοστημόριου της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων (οδηγία 2006/7/ΕΕ)

90ο εκατοστημόριο					
Παραλία	ECOL	FCOL	TCOL	Εντερόκοκκοι	<i>S. aureus</i>
A	9,7	19,2	33,1	37,4	15,6
B	7,3	7,6	16,4	11,0	21,7
C	3,7	4,2	11,7	7,7	30,2
Σημείο	ECOL	FCOL	TCOL	Εντερόκοκκοι	<i>S. aureus</i>
1	5,8	12,9	22,0	18,8	22,7
2	5,6	24,6	40,6	50,7	9,5
3	22,3	23,1	40,9	52,6	18,1
4	12,7	13,0	35,0	15,2	29,6
5	4,1	4,3	9,8	14,3	23,7
6	6,3	6,6	10,0	4,7	15,6
8	3,7	4,2	11,7	7,7	30,2

ECOL= *E.coli*, FCOL=faecal coliforms, TCOL=total coliroms

Πίνακας 17. Υπολογισμός του 95^{ου} εκατοστημόριου της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων (οδηγία 2006/7/ΕΕ)

95ο εκατοστημόριο					
Παραλία	ECOL	FCOL	TCOL	Εντερόκοκκοι	<i>S. aureus</i>
A	14,9	33,1	58,8	64,6	25,3
B	10,8	11,2	26,5	16,3	35,1
C	4,7	5,4	17,4	10,6	53,2
Σημείο	ECOL	FCOL	TCOL	Εντερόκοκκοι	<i>S. aureus</i>
1	8,0	20,5	35,6	28,7	38,8
2	7,7	45,7	79,3	94,0	14,3
3	39,2	40,4	72,9	94,4	30,2
4	21,3	21,8	66,1	22,6	50,3
5	5,3	5,6	13,8	22,8	38,5
6	8,8	9,2	14,9	6,1	24,5
8	4,7	5,4	17,4	10,6	53,2

ECOL= *E.coli*, FCOL=faecal coliforms, TCOL=total coliroms

Πίνακας 18. Υπολογισμός του 90^{ου} εκατοστημόριου των μικροβιολογικών δεδομένων σύμφωνα με τη μέθοδο Hazen.

90ο εκατοστημόριο					
Παραλία	ECOL	FCOL	TCOL	Εντερόκοκκοι	<i>S. aureus</i>
A	12,4	23,0	38,0	46,8	23,4
B	5,0	5,0	13,0	12,0	30,0
C	5,0	5,0	10,2	9,2	45,0
Σημείο	ECOL	FCOL	TCOL	Εντερόκοκκοι	<i>S. aureus</i>
1	5,8	26,6	42,4	19,3	34,4
2	5,9	24,7	27,7	45,4	13,2
3	30,2	30,2	35,8	63,2	23,8
4	24,5	24,5	80,2	15,3	58,0
5	5,0	5,0	8,5	27,5	30,0
6	6,8	6,8	18,8	6,2	15,0
8	5,0	5,0	10,2	9,2	45,0

ECOL= *E.coli*, FCOL=faecal coliforms, TCOL=total colioms

Πίνακας 19. Υπολογισμός του 95^{ου} εκατοστημόριου των μικροβιολογικών δεδομένων σύμφωνα με τη μέθοδο Hazen.

95ο εκατοστημόριο					
Παραλία	ECOL	FCOL	TCOL	Εντερόκοκκοι	<i>S. aureus</i>
A	23,0	51,4	51,4	89,8	39,5
B	15,3	15,3	28,6	27,4	51,3
C	5,0	5,0	29,1	12,8	57,8
Σημείο	ECOL	FCOL	TCOL	Εντερόκοκκοι	<i>S. aureus</i>
1	15,2	41,0	48,8	42,0	72,5
2	14,0	482,6	824,6	612,0	24,8
3	102,4	102,4	178,3	102,7	40,9
4	126,0	126,0	420,0	27,2	59,5
5	7,0	7,0	21,5	51,5	44,3
6	16,3	16,3	24,6	8,1	30,8
8	5,0	5,0	29,1	12,8	57,8

ECOL= *E.coli*, FCOL=faecal coliforms, TCOL=total colioms

Πίνακας 20. Υπολογισμός του 95^{ου} εκατοστημορίου των μικροβιολογικών δεδομένων (οδηγία 76/160/ΕΟΚ)

Παραλία	ECOL	FCOL	TCOL	Εντερόκοκκοι	<i>S. aureus</i>
A	14,9	33,1	58,8	64,6	25,3
B	10,8	11,2	26,5	16,3	35,1
C	4,7	5,4	17,4	10,6	53,2

ECOL= *E.coli*, FCOL=faecal coliforms, TCOL=total colioms

Η εφαρμογή της μη παραμετρικής δοκιμασίας Kruskal Wallis αναδεικνύει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα των μικροβιολογικών παραμέτρων μεταξύ των τριών παραλίων Α, Β και C (Α=Στορίου, Β=Κουτσουπιάς, C=Βελίκας) και μεταξύ των επτά σημείων μόνο για τη μικροβιολογική παράμετρο των Εντερόκοκκων (Πίνακες 21- 22).

Πίνακας 21. Δοκιμασία Kruskal Wallis για τη διαπίστωση διαφορών των μικροβιολογικών δεδομένων ανάμεσα στις παραλίες

Παραλία	TCOL m (IQR)	FCOL m (IQR)	ECOL m (IQR)	Εντερόκοκκοι m (IQR)	S.aureus m (IQR)
A (n=67)	3 (1-11)	2 (0-5)	1 (0-4)	4 (2-13)	1 (0-8)
B (n=61)	3 (1-5)	1 (0-3)	1 (0-3)	2 (1-5)	3 (1-11,5)
C (n=21)	3 (1-6)	1 (0-3,5)	0 (0-3)	2 (1-4,5)	5 (0-19)
p value*	0,44	0,41	0,48	<0,01	0,28

n= αριθμός μετρήσεων, m=διάμεσος τιμή, TCOL=ολικά κολοβακτηροειδή, FCOL=θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή, ECOL=E.coli,

Πίνακας 22. Δοκιμασία Kruskal Wallis για τη διαπίστωση διαφορών των μικροβιολογικών δεδομένων ανάμεσα στα σημεία

Σημείο Παραλίας	TCOL m (IQR)	FCOL m (IQR)	ECOL m (IQR)	Εντερόκοκκοι m (IQR)	S.aures m (IQR)
1 (n=22)	3 (1-10,25)	1,5 (0-4,25)	0 (0-4)	4 (1,75-10)	2 (0-9,5)
2 (n=22)	2,5 (1-10)	1,5 (0,75-5)	1 (0-3,25)	4,5 (2-12,25)	1 (0-5,5)
3 (n=23)	4 (2-18)	2 (0-10)	1 (0-10)	7 (2-24)	1 (0-10)
4 (n=22)	3 (1-5,25)	1 (0-3)	1 (0-2,25)	3,5 (1,75-9,25)	3 (1-14)
5 (n=20)	2,5 (1,25-5,75)	1 (1-3)	1 (1-3)	2 (1-4)	5 (0-13)
6 (n=19)	2 (1-5)	1 (0-4)	1 (0-4)	2 (1-3)	3 (0-10)
8 (n=21)	3 (1-6)	1 (0-3,5)	0 (0-3)	2 (1-4,5)	5 (0-19)
p value*	0,80	0,85	0,72	0,02	0,74

n= αριθμός μετρήσεων, m=διάμεσος τιμή, TCOL=ολικά κολοβακτηροειδή, FCOL=θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή, ECOL=E.coli

Αποτελέσματα των μικροβιολογικών μετρήσεων στην υγρή και στεγνή άμμο

Η μεθοδολογία που επιλέχθηκε για την απομόνωση των μικροβιακών παραμέτρων στην άμμο αποφασίστηκε έπειτα από αλληπάλληλους πειραματισμούς και αραιώσεις επί της άμμου. Η τιμές των μικροβιακών παραμέτρων στην υγρή και στεγνή άμμο χαρακτηρίζονταν από μεγάλες διακυμάνσεις των τιμών. Μεγαλύτερες διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν στη στεγνή άμμο σε σχέση με την υγρή. Στους παρακάτω πίνακες παρατίθεται το εύρος των συγκεντρώσεων των μικροβιακών παραμέτρων που μετρήθηκαν στην υγρή και στεγνή άμμο της ακτής.

Πίνακας 23. Εύρος συγκεντρώσεων των μικροβιολογικών παραμέτρων στην υγρή άμμο

Παράμετρος	Εύρος συγκεντρώσεων (cfu/100 γραμμάρια άμμου)	
	Ελάχιστη	Μέγιστη
Ολικά κολοβακτηροειδή	<10	8X10 ²
Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή	<10	5X10 ²
<i>E.coli</i>	<10	5X10 ²
Εντερόκοκκος	<10	7X10 ²
<i>S.aureus</i>	<10	2,3X10 ³

Πίνακας 24. Εύρος συγκεντρώσεων των μικροβιολογικών παραμέτρων στη στεγνή άμμο

Παράμετρος	Εύρος συγκεντρώσεων (cfu/100 γραμμάρια άμμου)	
	Ελάχιστη	Μέγιστη
Ολικά κολοβακτηροειδή	<10	2X10 ⁴ (2X10 ⁶)
Θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή	<10	2X10 ³
<i>E.coli</i>	<10	2X10 ³
Εντερόκοκκος	<10	2X10 ⁴
<i>S.aureus</i>	<10	1,1X10 ³

Από τη συγκριτική ανάλυση των τιμών των μικροβιακών παραμέτρων στα ύδατα και την υγρή άμμο προκύπτει ότι ο λόγος των συγκεντρώσεων των μικροβιακών παραμέτρων στην υγρή άμμο σε σχέση με των υδάτων είναι αυξημένος έως και 400 φορές για τα ολικά κολοβακτηροειδή και τα θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή. Αντίστοιχα για την *E.coli* είναι έως και 80 φορές, τον Εντερόκοκκο έως και 140 φορές και τον *S.aureus* έως 156 φορές αυξημένος σε σχέση με τις συγκεντρώσεις στα ύδατα.

Αποτελέσματα της Επιδημιολογικής μελέτης σειράς στους κολυμβητές και τους μη εκτεθειμένους

Τα αποτελέσματα της περιγραφικής ανάλυσης της Επιδημιολογικής μελέτης σειράς

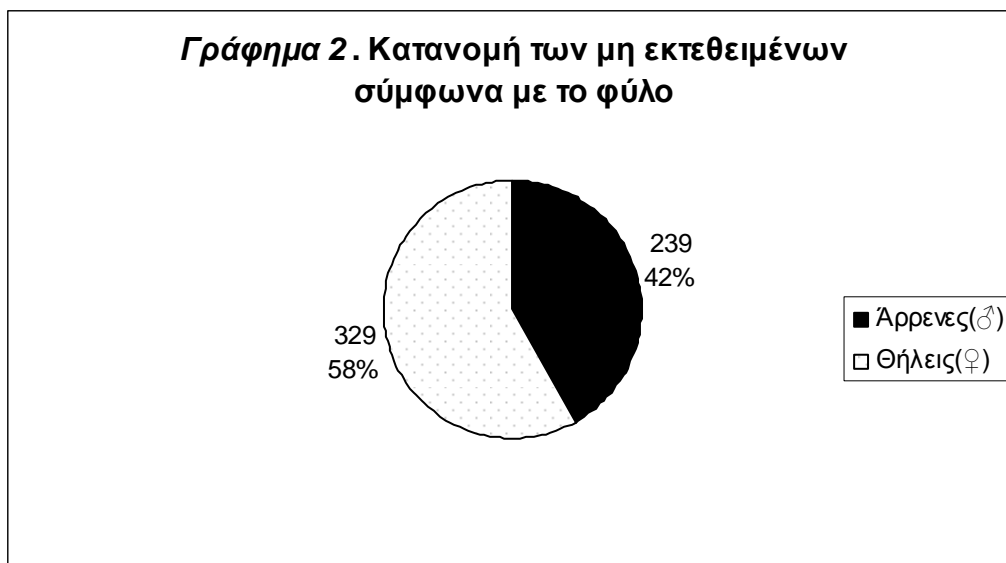
Η μελέτη διενεργήθηκε στο χρονικό διάστημα 11 Ιουνίου έως 30 Αυγούστου του έτους 2008. Στο διάστημα αυτό προσεγγίσθηκαν συνολικά 4.293 λουόμενοι-κολυμβητές στις τρεις ακτές. Από αυτούς οι 34 (0,79%) από την αρχή δήλωσαν ότι δεν επιθυμούσαν να συμμετάσχουν στην έρευνα ενώ 270 (6,34%) δήλωσαν ότι δεν επιθυμούσαν να συμμετέχουν στην τηλεφωνική συνέντευξη μετά την παρέλευση των 10 ημερών ή δεν κατέστη δυνατή η επικοινωνία μαζί τους. Ο συνολικός αριθμός των λουομένων που ανταποκρίθηκε πλήρως (καταγραφή ολοκληρωμένης συνέντευξης στις ακτές και καταγραφή ολοκληρωμένης τηλεφωνικής επικοινωνίας) ήταν 3.969 λουόμενοι-κολυμβητές επιτυγχάνοντας έτσι ένα τελικό ποσοστό ανταπόκρισης της τάξης του 92,45%.

Η ομάδα των μη εκτεθειμένων αποτελείται από συνολικά 572 άτομα.

Φύλο

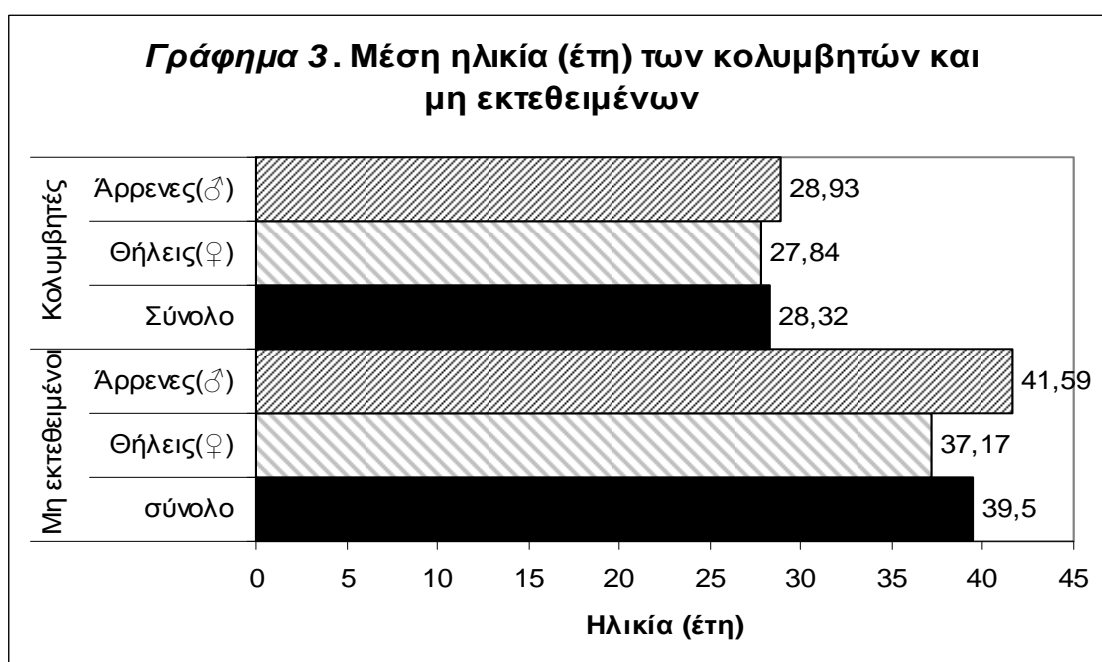
Από την ομάδα των 3.969 λουομένων (κολυμβητών) που ολοκλήρωσαν την συνέντευξη οι 1.921 (48,7%) ήταν άρρενες και οι 2.025 (51,3%) θήλεις. Την ομάδα των μη εκτεθειμένων (μη λουομένων-κολυμβητών) την αποτελούσαν 572 άτομα εκ των οποίων οι 243 (42,5%) ήταν άρρενες και οι 329 (57,5%) ήταν θήλεις (Γραφήματα 1, 2).





Ηλικία

Η μέση ηλικία των κολυμβητών ήταν 28,33 έτη (σταθερή απόκλιση [Σ.Α.]= 14,29) με ένα παρατηρούμενο εύρος ηλικίας από 6 μηνών έως 98 ετών. Στην ομάδα των κολυμβητών υπήρχαν μόλις πέντε (5) λουόμενοι ηλικίας μεγαλύτερης των 79 ετών. Η μέση ηλικία στους άρρενες ήταν 28,93 έτη (Σ.Α.= 14,62) ενώ στις θήλεις η μέση τιμή ήταν 27,84 έτη (Σ.Α.= 13,93). Στην ομάδα των μη κολυμβητών (μη εκτεθειμένων) η μέση ηλικία ήταν 39,05 (Σ.Α.= 20,73) ετών και το εύρος ηλικίας κυμαίνονταν από 1 έως 95 ετών. Ο μέσος όρος ηλικίας στους άρρενες ήταν 41,59 έτη (Σ.Α.= 20,88) ενώ στις θήλεις 37,17 έτη (Σ.Α.= 20,44) [Γράφημα 3].



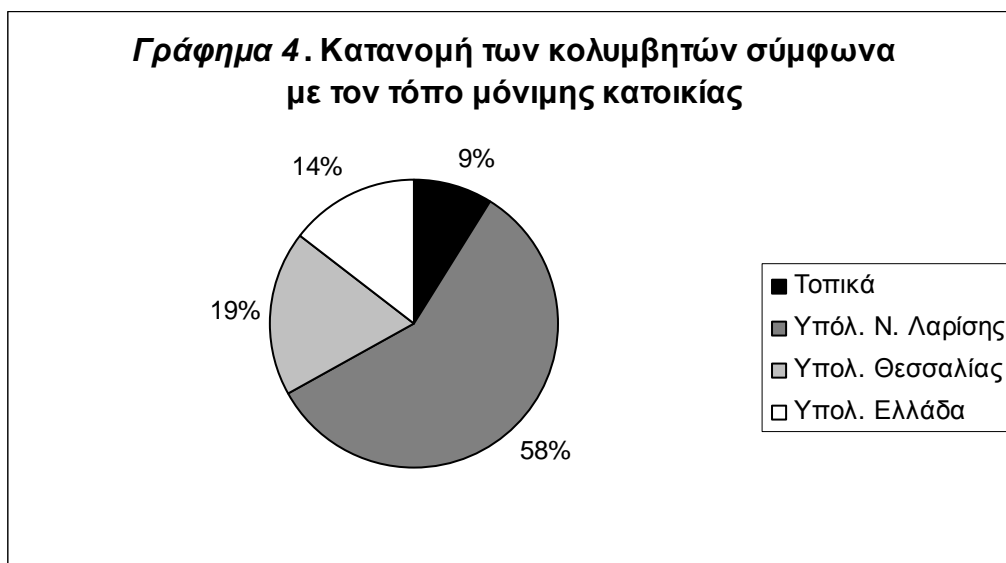
Τόπος κατοικίας

Η πλειοψηφία των λουομένων-κολυμβητών δήλωσε τόπο μόνιμης κατοικίας το νομό Λάρισας (66,9%), ενώ το 18,8% προέρχονταν από τους υπόλοιπους τρεις νομούς της Θεσσαλίας και το 14,3% από την υπόλοιπη χώρα. Από τους μη εκτεθειμένους (μη κολυμβητές) το 79,5% διέμενε μόνιμα στο νομό Λάρισας, το 16,2% στους υπόλοιπους νομούς της Θεσσαλίας και το 5% στην υπόλοιπη χώρα (ευρύτερη περιφέρεια Αθηνών και Θεσσαλονίκης) [Πίνακες 25, 26].

Πίνακας 25. Κατανομή κολυμβητών κατά τον τόπο μόνιμης κατοικίας

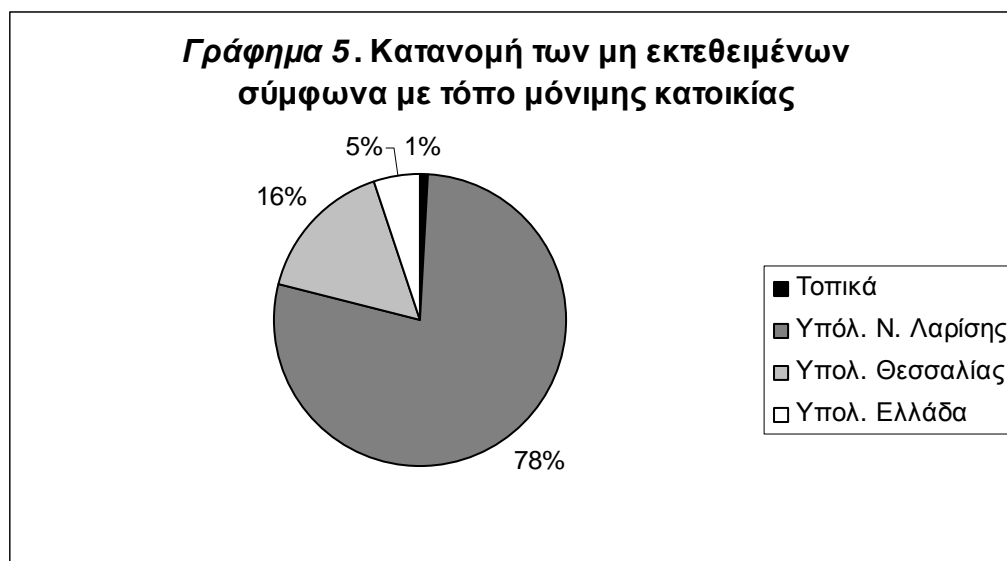
Τόπος Διαμονής	Άρρενες (♂)	Θήλεις (♀)	Σύνολο
Τοπικά	173 (9,1%)	174 (8,7%)	347 (8,9%)
Υπόλοιπο Ν. Λάρισας	1137 (59,9%)	1125 (56,2%)	2273 (58,0%)
Υπόλοιπο Θεσσαλίας	335 (17,6%)	396 (19,8%)	738 (18,8%)
Υπόλοιπο Ελλάδας	254 (13,4%)	307 (15,3%)	562 (14,3%)

Γράφημα 4. Κατανομή των κολυμβητών σύμφωνα με τον τόπο μόνιμης κατοικίας



Πίνακας 26. Κατανομή των μη εκτεθειμένων κατά τον τόπο μόνιμης κατοικίας

Τόπος Διαμονής	Άρρενες (♂)	Θήλεις (♀)	Σύνολο
Τοπικά	2 (0,8%)	2 (0,6%)	4 (0,7%)
Υπόλοιπο Ν. Λάρισας	183 (75,9%)	261 (80,1%)	444(78,3%)
Υπόλοιπο Θεσσαλίας	42 (17,4%)	49 (15,0%)	91 (16,0%)
Υπόλοιπο Ελλάδας	14 (5,8%)	14 (4,3%)	28 (4,9%)

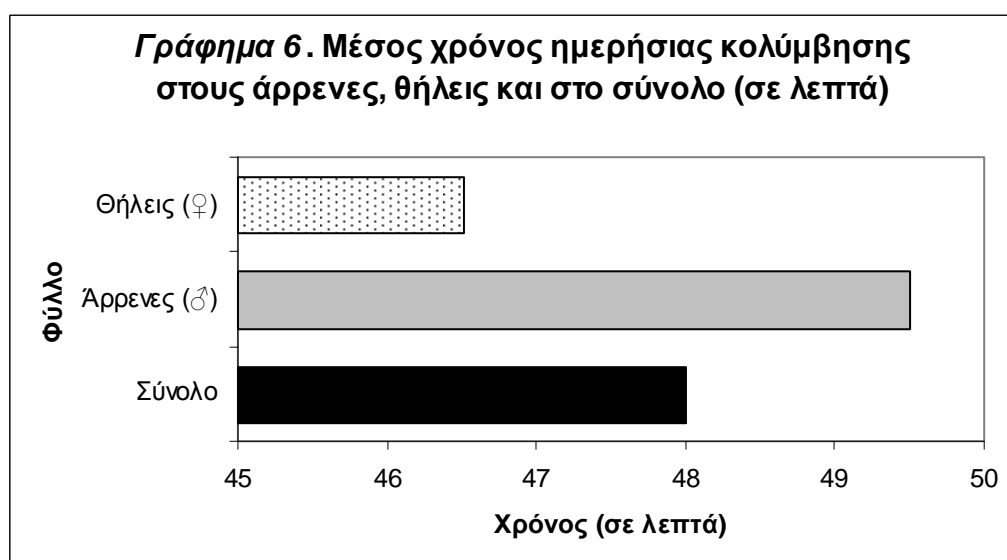


Εμβαπτίσεις της κεφαλής (βουτιές)

Από τους κολυμβητές οι 3.260 (83%) δήλωσαν ότι κατά τη κολύμβηση κάνουν εμβαπτίσεις της κεφαλής στο νερό (βουτιές). Από τους άρρενες, οι 1.748 (91,9%) δήλωσαν ότι έκαναν βουτιές ενώ ανάμεσα στις θήλεις ήταν μόνο 1.494 (74,5%).

Χρόνος κολύμβησης

Ο μέσος χρόνος κολύμβησης των κολυμβητών (και στα δυο φύλα) ήταν 48 λεπτά (διάμεση τιμή 30 λεπτά). Ο μέσος χρόνος κολύμβησης των αρρένων ήταν 50 λεπτά ενώ των θηλέων ήταν 46 λεπτά.



Κολύμβηση σε ρηχά ή βαθειά ύδατα

Ανάμεσα στους κολυμβητές, οι 1.139 (29,4%) κολυμπούσαν μόνο σε βαθειά ύδατα (εκεί που δεν πατούσαν). Ανάμεσα στους άρρενες το ποσοστό ήταν 21,8% ενώ ανάμεσα στις θήλεις ήταν 36,5%. Οι 1.818 κολυμβητές (47,1%) δήλωσαν ότι κολυμπούσαν αποκλειστικά σε ρηχά ύδατα (όπου πατούσαν), ενώ 909 κολυμβητές (23,5%) δήλωσαν ότι κολυμπούσαν τόσο σε βαθειά όσο και σε ρηχά ύδατα (Πίνακας 27).

Πίνακας 27. Αριθμός και ποσοστό κολυμβητών που κολυμπούν σε ρηχά, βαθειά ύδατα ή σε συνδυασμό

Κολύμβηση	Άρρενες (♂)	Θήλεις (♀)	Σύνολο
Ρηχά	407 (21,8%)	722 (36,5%)	1136 (29,4%)
Βαθειά	1014 (54,3%)	796 (40,2%)	1818 (47,1%)
Ρηχά & βαθειά	445 (23,8%)	460 (23,3%)	909 (23,5%)

Δραστηριότητες στην παραλία

Το 48,8% των κολυμβητών δήλωσε ότι έπαιζε με την άμμο ή έπαιζε διάφορα αθλήματα σε αυτήν. Επιπρόσθετα, το 26,1% των κολυμβητών δήλωσε ότι έπαιζε στο νερό (Πίνακας 28).

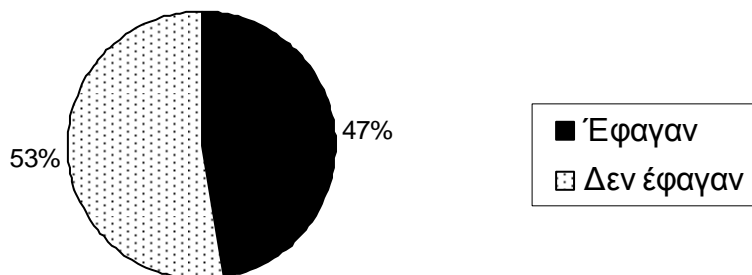
Πίνακας 28. Κολυμβητές που έπαιζαν στην άμμο και το θαλασσινό νερό

Δραστηριότητα	Άρρενες (♂)	Θήλεις (♀)	Σύνολο
Στην άμμο	1027 (53,5%)	897 (44,3%)	1936 (48,8%)
Στο νερό	546 (28,4%)	483 (23,9%)	1035 (26,1%)

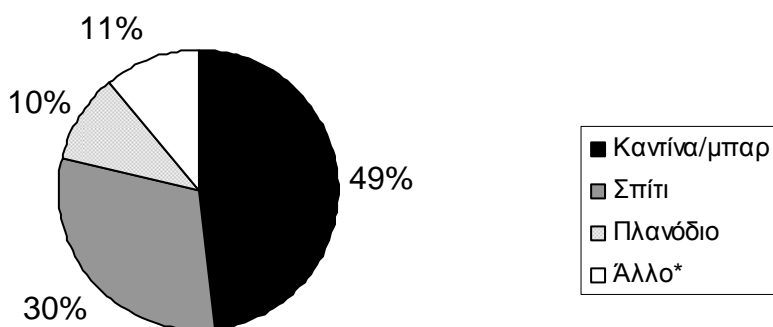
Φαγητό στη παραλία

Από τους 3.969 λουομένους/κολυμβητές οι 1.846 (47,2%) δήλωσαν ότι έφαγαν φαγητό στην παραλία. Το φαγητό αυτό το έφεραν από το σπίτι ή το αγόραζαν από πλανόδιο μικροπωλητή στην παραλία, καντίνα/μπαρ ή το προμηθεύονταν από άλλη πηγή όπως μίνι μάρκετ, φούρνο, ταβέρνα, ταχυφαγείο και περίπτερο. Η πλειοψηφία προμηθεύονταν το φαγητό τους από καντίνα/μπαρ (49%) ή το έφερνε από το σπίτι τους (30%) [Γραφήματα 7, 8].

Γράφημα 7. Ποσοστό κολυμβητών που έφαγαν στην παραλία



Γράφημα 8. Κατανομή των κολυμβητών που έφαγαν ανάλογα με την πηγή προμήθειας του φαγητού τους



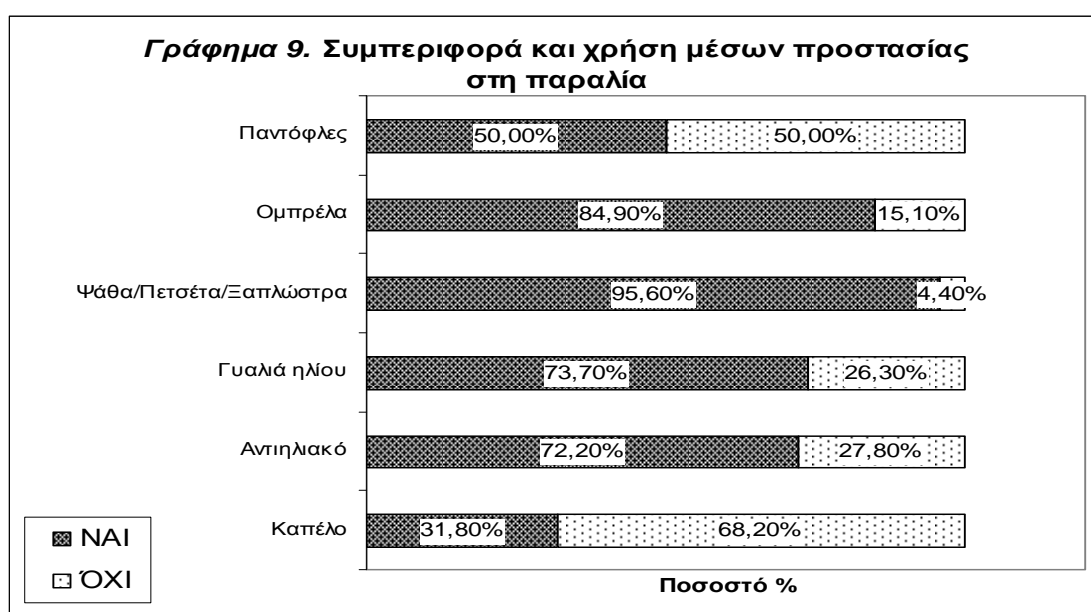
* μίνι μάρκετ, φούρνος, ταβέρνα, ταχυφαγείο, περίπτερο

Συμπεριφορά και χρήση μέσων προστασίας

Το 31,8% των κολυμβητών δήλωσε ότι φορούσε καπέλο στην παραλία, το 72,2% έκανε χρήση αντιηλιακού σκευάσματος, το 73,7% φορούσε γυαλιά ηλίου, το 95,6% έκανε χρήση πετσέτας, ψάθας ή ξαπλώστρας, το 84,9% χρησιμοποιούσε ομπρέλα θαλάσσης και το 50% φορούσε παντόφλες στην παραλία (Πίνακας 29, Γράφημα 9).

Πίνακας 29. Συμπεριφορά και χρήση μέσων προστασίας κατά φύλο

	Άρρενες (♂)	Θήλεις (♀)	Σύνολο
Καπέλο	546 (28,4%)	710 (35,1%)	1262 (31,8%)
Αντιηλιακό σκεύασμα	1112 (57,9%)	1737 (85,8%)	2864 (72,2%)
Γυαλιά ηλίου	1348 (70,2%)	1567 (77,4%)	2926 (73,7%)
Ψάθα/Πετσέτα/Ξαπλώστρα	1811 (94,3%)	1965 (97,0%)	3795 (95,6%)
Ομπρέλα	1623 (84,5%)	1730 (85,4%)	3370 (84,9%)
Παντόφλες	883 (46,0%)	1095 (54,1%)	1983 (50,0%)



Αισθητικοί παράγοντες στην παραλία

Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε ερωτήσεις σχετικές με την παρουσία ζώων στην ακτή και την παρουσία διαφόρων αισθητικών παραγόντων όπως απορρίμματα, πίσσα και ορυκτέλαια στην ακτή ή τη θάλασσα. Ποσοστό 8,7% διαπίστωσε σκυλιά να κυκλοφορούν ελεύθερα στην παραλία και ποσοστό 0,6% άλλα ζώα. Επιπρόσθετα, το 17,8% των κολυμβητών παρατήρησε απορρίμματα στην ακτή και το 9,5% απορρίμματα στη θάλασσα. Μόλις το 0,2% διαπίστωσε παρουσία πίσσας στην ακτή ή τη θάλασσα και αντίστοιχα μόλις το 0,5% παρουσία ορυκτελαίων ή ελαίων.

Ανοσοκαταστολή

Από το σύνολο των 3.969 κολυμβητών οι 84 (2,1%) δήλωσαν ότι έπασχαν από κάποιο νόσημα που τους προκαλούσε ανοσοκαταστολή ή έκαναν χρήση

κάποιου φαρμάκου (συμπεριλαμβανομένης και δερματικής κρέμας) που περιείχε κορτικοειδή ουσία. Από αυτούς οι 18 (0,9%) ήταν άρρενες και οι 63 (3,1%) ήταν θήλειες.

Κίνδυνος πνιγμού

Στην ερώτηση εάν κινδύνεψαν να πνιγούν απάντησαν θετικά 19 (0,5%) κολυμβητές από τους 3.969 ερωτηθέντες. Αντίστοιχα, στην ερώτηση αν κινδύνεψαν ποτέ στο παρελθόν να πνιγούν κατά την κολύμβηση απάντησαν θετικά οι 311 (7,9%). Δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δυο φύλα στον κίνδυνο του πνιγμού.

Τραυματισμός

Στην έννοια τραυματισμός περιλήφθηκε οποιαδήποτε αμυχή, τρώση, θλάση, διάστρεμμα, κάταγμα ή γενικότερα άλλη κάκωση του δέρματος ή του μυοσκελετικού συστήματος. Από τους 3.969 κολυμβητές οι 216 (5,4%) δήλωσαν ότι τραυματίστηκαν ενώ από τους 572 μη εκτεθειμένους μόλις οι 10 τραυματίστηκαν (1,7%). Στους κολυμβητές παρατηρήθηκε μια υπεροχή των αρρένων έναντι των θήλεων στους τραυματισμούς. Η μεγαλύτερη επίπτωση τραυματισμού στους κολυμβητές παρατηρήθηκε στις ηλικίες 15-24 (Πίνακας 30).

Πίνακας 30. Επίπτωση του τραυματισμού σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους

Κολυμβητές			Μη εκτεθειμένοι		
Άρρενες	Θήλειες	Σύνολο	Άρρενες	Θήλειες	Σύνολο
128/1921	85/2025	216/3969	4/239	6/323	10/572
(6,7%)	(4,2%)	(5,4%)	(1,6%)	(1,8%)	(1,7%)



Συμπτώματα ή κλινικά σημεία από το αναπνευστικό και το ρινοφάρυγγα

Τα συμπτώματα από το αναπνευστικό που αναζητήθηκαν σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους ήταν ο πονόλαιμος, η δυσκαταποσία, η καταρροή (μύξα), ο βήχας με ή χωρίς πυρετό και το βράγχος φωνής.

Το συχνότερο σύμπτωμα που παρατηρήθηκε στους κολυμβητές ήταν ο πονόλαιμος (2,7%) και ακολουθούσαν ο βήχας (2,2%), το βράγχος φωνής (2,2%), η καταρροή (1,9%) και η δυσκαταποσία (1,1%) [Πίνακας 31].

Πίνακας 31. Επίπτωση των συμπτωμάτων από το αναπνευστικό σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους

Σύμπτωμα	Κολυμβητές			Μη εκτεθειμένοι		
	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο
Πονόλαιμος	42/1921 (2,2%)	65/2025 (3,2%)	107/3970 (2,7%)	0/243 -	3/329 (0,9%)	3/572 (0,5%)
Δυσκαταπο- σία	21/1921 (1,1%)	22/2025 (1,1%)	43/3970 (1,1%)	0/243 -	2/329 (0,6%)	2/572 (0,3%)
Καταρροή	33/1921 (1,7%)	42/2025 (2,1%)	76/3969 (1,9%)	2/243 (0,8%)	5/329 (1,5%)	7/572 (1,2%)
Βήχας	41/1921 (2,1%)	48/2025 (2,4%)	88/3969 (2,2%)	2/243 (0,8%)	6/329 (1,8%)	8/572 (1,4%)
Βράγχος φωνής	41/1921 (2,1%)	48/2025 (2,4%)	89/3969 (2,2%)	1/243 (0,4%)	9/329 (2,7%)	10/572 (1,7%)
Άλλα συμπτώματα	1/1921 (0,1%)	1/2025 (0,05%)	2/3969 (0,1%)	0/243 -	0/329 -	0/572 -

Συμπτώματα ή κλινικά σημεία από το γαστρεντερικό σύστημα

Τα συμπτώματα από το γαστρεντερικό σύστημα που αναζητήθηκαν σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους ήταν η ναυτία ή/και ο εμετός, οι άνω των δύο (>2) αναφερόμενες διαρροϊκές κενώσεις, το κοιλιακό άλγος και ο πυρετός ως συνοδό σύμπτωμα.

Το συχνότερο σύμπτωμα από το γαστρεντερικό που αναφέρθηκε από τους κολυμβητές ήταν το κοιλιακό άλγος (1,9%). Ακολουθούσαν η ναυτία/εμετός (1,0%) και οι άνω των δυο διαρροϊκές κενώσεις (1,0%), ενώ πυρετός αναφέρθηκε σπάνια (0,3%) [Πίνακας 32].

Πίνακας 32. Επίπτωση των συμπτωμάτων από το γαστρεντερικό σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους

Σύμπτωμα	Κολυμβητές			Μη εκτεθειμένοι		
	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο
Ναυτία ή/και εμετός	15/1921 (0,8%)	26/2025 (1,3%)	41/3969 (1,0%)	0/243 -	0/329 -	0/572 -
Διαρροϊκές κενώσεις >2	15/1921 (0,8%)	26/2025 (1,3%)	41/3969 (1,0%)	0/243 -	0/329 -	0/572 -
Κοιλιακό άλγος	30/1921 (1,6%)	47/2025 (2,3%)	77/3969 (1,9%)	1/243 (0,4%)	2/329 (0,6%)	3/572 (0,5%)
Πυρετός	9/1921 (0,5%)	3/2025 (0,1%)	12/3969 (0,3%)	0/243 -	0/329 -	0/572 -

Συμπτώματα ή κλινικά σημεία από τα ώτα

Τα συμπτώματα από τα ώτα που αναζητήθηκαν σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους ήταν ο πόνος, το αίσθημα βάρους, η εκροή υγρού και το αίσθημα κνησμού.

Το συχνότερο σύμπτωμα που αναφέρθηκε στους κολυμβητές από τα ώτα ήταν η ωταλγία (2,5%) ενώ σε μικρότερη συχνότητα αναφέρθηκαν το αίσθημα βάρους (0,9%), η εκροή υγρού (0,5%) και ο κνησμός (0,4%) [Πίνακας 33].

Πίνακας 33. Επίπτωση των συμπτωμάτων από τα ώτα σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους

Σύμπτωμα	Κολυμβητές			Μη εκτεθειμένοι		
	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο
Ωταλγία	35/1921 (1,8%)	64/2025 (3,2%)	100/3969 (2,5%)	0/243 -	1/329 (0,3%)	1/572 (0,2%)
Βάρος στο αυτί	13/1921 (0,7%)	24/2025 (1,2%)	37/3969 (0,9%)	0/243 -	0/329 -	0/572 -
Εκροή υγρού	9/1921 (0,5%)	12/2025 (0,6%)	21/3969 (0,5%)	0/243 -	0/329 -	0/572 -
Κνησμό	6/1921 (0,3%)	10/2025 (0,5%)	16/3969 (0,4%)	0/243 -	0/329 -	0/572 -

Συμπτώματα ή κλινικά σημεία από τους οφθαλμούς

Τα συμπτώματα που αναζητήθηκαν από τους οφθαλμούς αφορούσαν την παρουσία ερυθρότητας, τον πόνο ή το αίσθημα καύσου, της δακρύρροιας και την αυξημένη παραγωγή τσίμπλας ή βλέννας.

Το σύμπτωμα με την υψηλότερη επίπτωση που αναφέρθηκε στους κολυμβητές από τους οφθαλμούς ήταν η ερυθρότητα (3,8%). Ακολουθούσαν ο πόνος (καύσος) (2,4%), η δακρύρροια (1,1%) και σπανιότερα η αυξημένη παραγωγή τσίμπλας ή βλέννας (0,6%) [Πίνακας 34].

Πίνακας 34. Επίπτωση των συμπτωμάτων από τους οφθαλμούς σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους

Σύμπτωμα	Κολυμβητές			Μη εκτεθειμένοι		
	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο
Ερυθρότητα	65/1921 (3,4%)	81/2025 (4,0%)	149/3969 (3,8%)	0/243 -	3/329 (0,9%)	3/572 (0,5%)
Πόνος ή καύσος	30/1921 (1,6%)	63/2025 (3,1%)	94/3969 (2,4%)	0/243 -	4/329 (1,2%)	4/572 (0,7%)
Δακρύρροια	19/1921 (1,0%)	25/2025 (1,2%)	45/3969 (1,1%)	2/243 (0,8%)	5/329 (1,5%)	7/572 (1,2%)
Τσίμπλα ή βλέννα	10/1921 (0,5%)	15/2025 (0,7%)	25/3969 (0,6%)	0/243 -	0/329 -	0/572 -

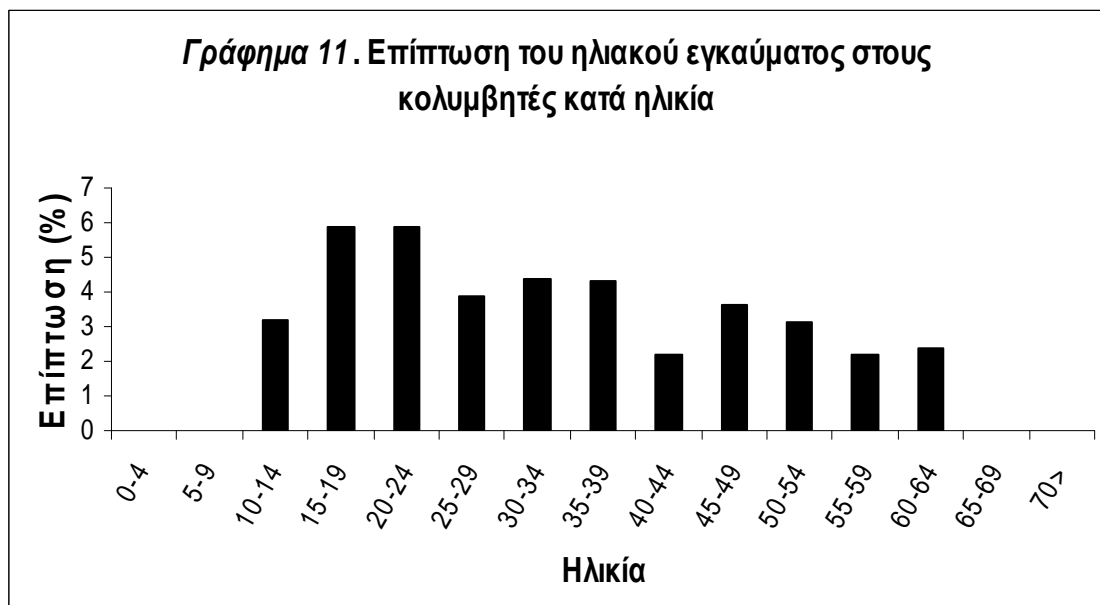
Συμπτώματα ή κλινικά σημεία από το δέρμα

Στα συμπτώματα ή κλινικά σημεία από το δέρμα περιλαμβάνονται το ηλιακό έγκαυμα, η μόλυνση δέρματος (μικροβιακή ή μυκητίαση), ο νυγμός (τσίμπημα) εντόμου και η αλλεργική δερματίτιδα ή έκζεμα. Στα έντομα περιλαμβάνονται τα υμενόπτερα (μέλισσες και σφήκες), τα κουνούπια, οι σκνίπες αλλά συγχρόνως και τα έντομα που βρίσκονται στο έδαφος.

Η υψηλότερη επίπτωση για ηλιακό έγκαυμα παρατηρήθηκε και στα δυο φύλα στις ηλικίες 15-25. Δεν αναφέρθηκαν εγκαύματα σε παιδιά ηλικίας κάτω των 10 ετών και σε ενήλικες άνω των 65 ετών (Πίνακας 35, Γράφημα 11). Το ηλιακό έγκαυμα ήταν η δερματοπάθεια που είχε την υψηλότερη επίπτωση στους κολυμβητές ανάμεσα στα νοσήματα του δέρματος (4,1%). Αμέσως συχνότερο ήταν ο νυγμός εντόμου (2,5%) και ακολουθούσαν η αλλεργική δερματίτιδα ή έκζεμα (1,2%) και σπανιότερα η μόλυνση του δέρματος (0,5%) [Πίνακας 36].

Πίνακας 35. Επίπτωση του ηλιακού εγκαύματος στους κολυμβητές κατά ηλικία και φύλο

Ηλικία	Επίπτωση (%) άρρενες	Επίπτωση (%) θήλειες	Επίπτωση (%) σύνολο
0-4	0	0	0
5-9	0	0	0
10-14	4,2	2,6	3,2
15-19	6,5	5,6	5,9
20-24	4,9	6,8	5,9
25-29	3,2	4,6	3,9
30-34	5,0	3,8	4,4
35-39	2,3	5,8	4,3
40-44	3,4	1,3	2,2
45-49	4,2	3,0	3,6
50-54	4,0	1,8	3,1
55-59	3,6	0	2,2
60-64	0	5,3	2,4
65-69	0	0	0
70>	0	0	0



Πίνακας 36. Επίπτωση των συμπτωμάτων από το δέρμα σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους

Σύμπτωμα	Κολυμβητές			Μη εκτεθειμένοι		
	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο
Ηλιακό έγκαυμα	76/1921 (4,0%)	85/2025 (4,2%)	161/3969 (4,1%)	0/243 -	0/329 -	0/572 -
Μόλυνση	7/1921 (0,4%)	14/2025 (0,7%)	21/3969 (0,5%)	0/243 -	1/329 (0,3%)	1/572 (0,2%)
Αλλεργική δερματίτιδα / έκζεμα	15/1921 (0,8%)	31/2025 (1,5%)	47/3969 (1,2%)	0/243 -	1/329 (0,3%)	1/572 (0,2%)
Νυγμός εντόμου	44/1921 (2,3%)	54/2025 (2,7%)	98/3969 (2,5%)	1/243 (0,4%)	4/329 (1,2%)	5/572 (0,9%)

Επιθέσεις από θαλάσσιους οργανισμούς

Καταγράφηκαν μόνο 19 (0,5%) περιπτώσεις επίθεσης από θαλάσσιους οργανισμούς ή επαφής μαζί τους (τσίμπημα μέδουσας, πάτημα αχινού κλπ). Οι 8 περιπτώσεις παρατηρήθηκαν σε άρρενες και οι 11 σε θήλεις. Στην πλειοψηφία τους ήταν επιθέσεις μεδουσών και σε μικρότερο βαθμό πάτημα αχινού και ένα (1) τσίμπημα από ψάρι. Η συγκεκριμένη ερώτηση αφορούσε μόνο τους λουόμενους.

Συμπτώματα ή κλινικά σημεία του ουρογεννητικού συστήματος

Η συγκεκριμένη ερώτηση έγινε μόνο σε γυναίκες. Από τους λουόμενους ή τους μη εκτεθειμένους ζητήθηκε να δηλώσουν εάν έπαθαν ουρολοίμωξη ή κυστίτιδα. Η κολπίτιδα αναφέρθηκε σε μεγαλύτερη συχνότητα σε σχέση με την ουρολοίμωξη (Πίνακας 37).

Πίνακας 37. Επίπτωση της ουρολοίμωξης σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους

Νόσος	Κολυμβητές (♀)	Μη εκτεθειμένοι (♀)
Ουρολοίμωξη	7/2025 (0,3%)	0/329 -
Κολπίτιδα	25/2025 (1,2%)	1/328 (0,3%)

Επίσκεψη σε Ιατρό, Φαρμακοποιό, χρήση φαρμάκου, κλινοστατισμός

Από τους κολυμβητές και τους μη εκτεθειμένους ζητήθηκε να δηλώσουν την επίσκεψη τους σε ιατρό, φαρμακοποιό (ή χρήση φαρμάκου) και εάν παρέμειναν κλινήρεις εξαιτίας οποιασδήποτε προαναφερόμενης νόσου ή συμπτώματος σχετιζόμενο με την κολύμβηση. Επιπρόσθετα, ζητήθηκε να αναφέρουν ακριβώς την αιτία και τη διάγνωση σε περίπτωση που επισκέπτηκαν ιατρό. Επίσης, ζητήθηκε να αναφέρουν οποιαδήποτε άλλη νόσο, που τους ανάγκασε να επισκεφτούν ιατρό, φαρμακοποιό ή να παραμείνουν κλινήρεις προκειμένου να αποφευχθούν συστηματικά λάθη στην εκτίμηση του επιπολασμού της επίσκεψης σε ιατρό, φαρμακοποιό (ή χρήση φαρμάκου) και του κλινοστατισμού εξαιτίας άλλης νόσου.

Από τους 3.969 κολυμβητές οι 147 επισκέφθηκαν φαρμακείο ή έκαναν χρήση φαρμάκου (3,7%) εξαιτίας κάποιου νοσήματος σχετικού με την κολύμβηση. Επιπρόσθετα 100 κολυμβητές από το σύνολο των 3.969 (2,5%) επισκέφθηκαν γιατρό για κάποιο νόσημα σχετικό με την κολύμβηση ενώ μόλις 6 από τους 3.969 (0,2%) παρέμειναν κλινήρεις εξαιτίας ενός νοσήματος που σχετίζεται με την κολύμβηση (Πίνακας 38).

Πίνακας 38. Επίπτωση για την επίσκεψη σε ιατρό, φαρμακοποιό και παραμονή στο κρεβάτι εξαιτίας ασθένειας σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους

Σύμπτωμα	Κολυμβητές			Μη εκτεθειμένοι		
	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο
Επίσκεψη σε ιατρό	41/1921 (2,1%)	58/2025 (2,9%)	100/3969 (2,5%)	0/243 -	4/329 (1,2%)	4/572 (0,7%)
Επίσκεψη σε φαρμακοποιό	65/1921 (3,4%)	80/2025 (4,0%)	147/3969 (3,7%)	1/243 (0,4%)	1/329 (1,5%)	6/572 (1,0%)
Κλινο-στατισμός	3/1921 (0,2%)	3/2025 (0,1%)	6/3969 (0,2%)	0/243 -	1/329 (0,3%)	1/572 (0,2%)

Αποτελέσματα της μονοπαραγοντικής ανάλυσης για την εκτίμηση κινδύνου ανάμεσα σε κολυμβητές και μη εκτεθειμένους

Στην ανάλυση των δεδομένων της επιδημιολογικής μελέτης σειράς αναζητήθηκαν οι κίνδυνοι για τους λουόμενους/κολυμβητές σε σχέση με τους μη εκτεθειμένους (μη κολυμβητές). Στις περιπτώσεις όπου δε δηλώθηκε κάποιο κλινικό σύμπτωμα από κάποιον μη εκτεθειμένο (μη κολυμβητή) για λόγους στατιστικής επεξεργασίας έγινε παραδοχή για την ύπαρξη ενός περιστατικού, προκειμένου να είναι δυνατός ο υπολογισμός του σχετικού κινδύνου. Στο πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται όλοι οι σχετικοί κίνδυνοι (Relative Risk) των κολυμβητών σε σχέση με τους μη εκτεθειμένους για τα διάφορα συμπτώματα ή κλινικά σημεία σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μονοπαραγοντικής ανάλυσης (Πίνακας 39).

Πίνακας 39. Σχετικοί κίνδυνοι για τους λουόμενους/κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές/λουόμενους για τα κλινικά συμπτώματα σύμφωνα με τη μονοπαραγοντική ανάλυση

Σύμπτωμα	Κίνδυνος στους κολυμβητές	Κίνδυνος στους μη εκτεθειμένους	Σχετικός κίνδυνος	p-value
Τραυματισμός	216/3969 (5,4%)	10/572 (1,7%)	3,11*	<0,01
Πονόλαιμος	107/3970 (2,7%)	3/572 (0,5%)	5,09*	<0,01
Δυσκαταποσία	43/3970 (1,1%)	2/572 (0,3%)	3,03	0,07
Καταρροή	76/3969 (1,9%)	7/572 (1,2%)	1,56	0,16
Βήχας	88/3969 (2,2%)	8/572 (1,4%)	1,59	0,13
Βράγχος φωνής	2/3969 (0,1%)	0/572 -	1,28	0,28
Ναυτία-εμετός	41/3969 (1,0%)	0/572 -	5,92*	0,02
Κοιλιακό άλγος	77/3969 (1,9%)	3/572 (0,5%)	3,65*	<0,01
Διάρροιες >2	42/3969 (1,0%)	0/572 -	1,51	0,29
Πυρετός	12/3969 (0,3%)	0/572 -	1,73	0,49
Ωταλγία	100/3969 (2,5%)	1/572 (0,2%)	14,41*	<0,01
Αίσθημα βάρους στο αυτί	37/3969 (0,9%)	0/572 -	5,35	0,11

Σύμπτωμα	Κίνδυνος στους κολυμβητές	Κίνδυνος στους μη εκτεθειμένους	Σχετικός κίνδυνος	p-value
Ωτόρροια	21/3969 (0,5%)	0/572 -	3,03	0,41
Κνησμός στο αυτί	16/3969 (0,4%)	0/572 -	2,31	0,64
Ερυθρότητα οφθαλμών	149/3969 (3,8%)	3/572 (0,5%)	7,16*	<0,01
Πόνος/ καύσος στους οφθαλμούς	94/3969 (2,4%)	4/572 (0,7%)	3,35*	<0,01
Δακρύρροια	45/3969 (1,1%)	7/572 (1,2%)	0,93	0,48
Παρουσία τσίμπλας/βλέννας	25/3969 (0,6%)	0/572 -	3,61	0,14
Ηλιακό έγκαυμα	161/3969 (4,1%)	0/572 -	23,28*	<0,01
Λοίμωξη δέρματος	21/3969 (0,5%)	1/572 (0,2%)	3,03	0,215
Νυγμός εντόμου	98/3969 (2,5%)	5/572 (0,9%)	2,82*	<0,01
Αλλεργική δερματίτιδα/έκζεμα	47/3969 (1,2%)	1/572 (0,2%)	6,77*	0,01
Ουρολοίμωξη	7/2025 (0,3%)	0/329 -	0,98	0,65
Κολπίτιδα	25/2025 (1,2%)	1/328 (0,3%)	4,06	0,10

*Στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($p < 0,05$)

Πίνακας 40. Μονοπαραγοντική ανάλυση για επίσκεψη σε ιατρό, φαρμακοποιό και κλινοστατισμό

Σύμπτωμα	Κίνδυνος στους κολυμβητές	Κίνδυνος στους μη εκτεθειμένους	Σχετικός κίνδυνος	p-value
Επίσκεψη σε Ιατρό	100/3969 (2,5%)	4/572 (0,7%)	3,60*	0,01
Επίσκεψη σε Φαρμακείο	147/3969 (3,7%)	6/572 (1,0%)	3,53*	<0,01
Κλινοστατισμός	6/3969 (0,2%)	1/572 (0,2%)	0,86	0,61

*Στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($p < 0,05$)

Από τους παραπάνω σχετικούς κινδύνους για τους κολυμβητές ξεχωρίζουν ο τραυματισμός, ο πονόλαιμος, η ναυτία-εμετός, το κοιλιακό άλγος, η ωταλγία, η ερυθρότητα και το αίσθημα καύσου στους οφθαλμούς, το ηλιακό έγκαυμα, η αλλεργική δερματίτιδα/έκζεμα και ο νυγμός εντόμου.

Αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης (logistic regression analysis) για την εκτίμηση κινδύνου ανάμεσα σε κολυμβητές και μη κολυμβητές

Διενεργήθηκε πολυπαραγοντική ανάλυση (logistic regression analysis) για κάθε σύμπτωμα ή νόσο που ερωτήθηκαν οι κολυμβητές και οι μη εκτεθειμένοι. Στην πολυπαραγοντική ανάλυση οι παράμετροι που ελήφθησαν υπόψη ήταν η κολύμβηση (κολυμβητές και μη εκτεθειμένοι), το φύλο (θήλεις/άρρενες), η ηλικία (άτομα υψηλού κινδύνου θεωρήθηκαν τα παιδιά ηλικίας ≤ 15 ετών, ενώ χαμηλού κινδύνου άτομα >15 ετών) και η διαμονή (ομάδα υψηλού κινδύνου άτομα που διέμεναν εκτός Νομού Λάρισας). Στις περιπτώσεις όπου δεν αναφέρθηκε κλινικό σύμπτωμα στην ομάδα των μη εκτεθειμένων για λόγους στατιστικής επεξεργασίας έγινε παραδοχή για την ύπαρξη ενός περιστατικού προκειμένου να διενεργηθεί η πολυπαραγοντική ανάλυση.

Στα αποτελέσματα φαίνεται ότι, στους κολυμβητές παρατηρείται στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος για τραυματισμό ($OR=3,15$, $p<0,01$) σε σχέση με τους μη εκτεθειμένους. Ο κίνδυνος αυτός είναι μεγαλύτερος ανάμεσα στους άρρενες σε σχέση με τις θήλεις. Επιπρόσθετα, ο κίνδυνος τραυματισμού είναι μεγαλύτερος ανάμεσα στους κολυμβητές που συμμετέχουν σε παιχνίδια στην άμμο της ακτής (Πίνακας 41).

Από τα συμπτώματα του αναπνευστικού στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος παρατηρείται στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη εκτεθειμένους για τον πονόλαιμο ($OR=5,40$, $p<0,01$). Επιπρόσθετα, παρατηρείται αυξημένος κίνδυνος για τη δυσκαταποσία ($OR=3,00$, $p=0,13$), την καταρροή ($OR=1,57$, $p=0,26$), το βήχα ($OR=1,62$, $p=0,20$) και το βράγχος φωνής ($OR=1,25$, $p=0,51$) χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικές οι διαφορές (Πίνακας 42).

Το κοιλιακό άλγος είναι το σύμπτωμα του γαστρεντερικού που εμφανίζει μεγαλύτερο κίνδυνο, στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές ($OR=3,52$, $p=0,03$). Αυξημένος κίνδυνος διαπιστώθηκε και για άλλα συμπτώματα από το γαστρεντερικό όπως για τη ναυτία/εμετό ($OR=5,49$, $p=0,09$) και για άνω των δυο διαρροϊκών κενώσεων ($OR=1,27$, $p=0,65$) χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικές οι διαφορές. Η διαμονή διαδραμάτιζε σημαντικό ρόλο καθώς παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στους κατοίκους των περιοχών εκτός του Νομού Λάρισας για όλα τα συμπτώματα από το γαστρεντερικό (Πίνακας 43).

Η ωταλγία είναι το σύμπτωμα από τα ώτα που εμφάνιζε τον υψηλότερο κίνδυνο στους κολυμβητές και παράλληλα ήταν στατιστικά σημαντικός ($OR=15,2$, $p<0,01$). Αυξημένος κίνδυνος διαπιστώθηκε και για τα υπόλοιπα συμπτώματα από τα αυτιά, όπως για το αίσθημα βάρους ($OR=5,98$, $p=0,08$), την εκκροή υγρού ($OR=2,81$, $p=0,31$) και τον κνησμό ($OR=2,05$, $p=0,49$) χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικές οι διαφορές (Πίνακας 44).

Στα συμπτώματα από τους οφθαλμούς στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος διαπιστώθηκε στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη εκτεθειμένους για την ερυθρότητα ($OR=7,36$, $p<0,01$), τον πόνο/αίσθημα καύσου ($OR=3,48$, $p=0,02$). Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος για την έντονη

παραγωγή τσίμπλας ή βλέννας (OR=3,45, $p=0,23$) χωρίς να είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά (Πίνακας 45).

Στους κολυμβητές διαπιστώθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος για διάφορες δερματοπάθειες σε σχέση με τους μη εκτεθειμένους. Ειδικότερα, διαπιστώθηκαν μεγαλύτεροι κίνδυνοι για το ηλιακό έγκαυμα (OR=23,59, $p<0,01$) και το νυγμό εντόμου (OR=2,78, $p=0,03$). Για μόλυνση του δέρματος (OR=2,87, $p=0,31$) και αλλεργική δερματίτιδα ή έκζεμα (OR=6,73, $p=0,06$) παρατηρήθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος αλλά χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικές οι διαφορές (Πίνακας 46).

Στις θήλεις κολυμβήτριες παρατηρήθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος κυστίτιδας σε σχέση με τις θήλεις μη εκτεθειμένες (OR=3,87, $p=0,19$) χωρίς να είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά. Ο κίνδυνος μάλιστα ήταν πολλαπλάσια μεγαλύτερος σε περίπτωση μη χρήσης πετσέτας, ψάθας ή ξαπλώστρας στην παραλία (OR=20,79, $p=0,13$) [Πίνακας 47].

Ανάμεσα στους κολυμβητές διαπιστώθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος για επίσκεψη σε ιατρό (OR=3,24, $p=0,02$), επίσκεψη σε φαρμακείο ή χρήση φαρμάκου (OR=3,07, $p<0,01$) [Πίνακας 48].

Πίνακας 41. Πολυπαραγοντική ανάλυση για το τραυματισμό
Παράγοντας κινδύνου

	OR	95% CI	p-value
Ηλικία <15	0,38*	0,20-0,72	<0,01
Διαμονή	0,80	0,59-1,08	0,15
Φύλο (Θήλεις/Άρρενες)	0,64*	0,49-0,85	<0,01
Κολυμβητής	3,15*	1,65-5,98	<0,01

*Στατιστικά σημαντικό ($p<0,05$)

Πίνακας 42. Πολυπαραγοντική ανάλυση για τραυματισμό
στους κολυμβητές σε συνάρτηση με παιχνίδι
στην άμμο

Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ηλικία <15	0,31*	0,15-0,61	<0,01
Διαμονή	0,76	0,55-1,04	0,09
Φύλο (Θήλεις/Άρρενες)	0,66*	0,49-0,88	<0,01
Παιχνίδι στην άμμο	1,90*	1,34-2,59	<0,01

*Στατιστικά σημαντικό ($p<0,05$)

Πίνακας 43. Πολυπαραγοντική ανάλυση για συμπτώματα από το αναπνευστικό

Σύμπτωμα	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Πονόλαιμος	Ηλικία <15	0,97	0,53-1,79	0,92
	Διαμονή	0,97	0,64-1,46	0,87
	Φύλο (Θ/Α)	1,55	1,05-2,30	0,03
	Κολυμβητής	5,40	1,71-17,09	<0,01
Δυσκαταποσία	Ηλικία <15	0,76	0,27-2,14	0,60
	Διαμονή	1,32	0,71-2,43	0,38
	Φύλο (Θ/Α)	1,12	0,61-2,03	0,72
	Κολυμβητής	3,00	0,72-12,45	0,13
Καταρροή	Ηλικία <15	2,03	1,18-3,49	0,01
	Διαμονή	1,23	0,78-1,94	0,37
	Φύλο (Θ/Α)	1,28	0,82-2,00	0,27
	Κολυμβητής	1,57	0,72-3,43	0,26
Βήχας	Ηλικία <15	1,65	0,97-2,81	0,07
	Διαμονή	1,21	0,80-1,85	0,37
	Φύλο (Θ/Α)	1,15	0,76-1,72	0,51
	Κολυμβητής	1,62	0,78-3,37	0,20
Βράγχος φωνής	Ηλικία <15	1,00	0,53-1,90	0,99
	Διαμονή	1,13	0,74-1,74	0,57
	Φύλο (Θ/Α)	1,32	0,88-2,00	0,18
	Κολυμβητής	1,25	0,64-2,43	0,51

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλεις/Άρρενες

Πίνακας 44. Πολυπαραγοντική ανάλυση για συμπτώματα από το γαστρεντερικό

Σύμπτωμα	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ναυτία-εμετός	Ηλικία <15	0,58	0,18-1,89	0,36
	Διαμονή	2,04	1,09-3,82	0,03
	Φύλο (Θ/Α)	1,55	0,81-2,95	0,18
	Κολυμβητής	5,49	0,75-40,12	0,09
Διάρροιες > 2	Ηλικία <15	1,37	0,60-3,09	0,46
	Διαμονή	2,58	1,41-4,71	<0,01
	Φύλο (Θ/Α)	0,74	0,41-1,34	0,32
	Κολυμβητής	1,27	0,45-3,58	0,65
Κοιλιακό άλγος	Ηλικία <15	0,84	0,40-1,75	0,64
	Διαμονή	1,69	1,07-2,66	0,02
	Φύλο (Θ/Α)	1,40	0,89-2,22	0,15
	Κολυμβητής	3,52	1,10-11,22	0,03

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλεις/Άρρενες

Πίνακας 45. Πολυπαραγοντική ανάλυση για συμπτώματα από το αυτί

Σύμπτωμα	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ωταλγία	Ηλικία <15	1,06	0,57-1,96	0,85
	Διαμονή	1,04	0,68-1,58	0,87
	Φύλο (Θ/Α)	1,74	1,15-2,64	<0,01
	Κολυμβητής	15,12*	2,10-108,66	<0,01
Αίσθημα βάρους	Ηλικία <15	0,98	0,34-2,78	0,97
	Διαμονή	0,63	0,30-1,34	0,23
	Φύλο (Θ/Α)	1,78	0,90-3,51	0,09
	Κολυμβητής	5,98	0,82-43,75	0,08
Εκροή υγρού	Ηλικία <15	0,35	0,05-2,66	0,31
	Διαμονή	2,29	0,97-5,41	0,06
	Φύλο (Θ/Α)	1,23	0,52-2,94	0,64
	Κολυμβητής	2,81	0,38-21,03	0,31
Κνησμός	Ηλικία <15	1,58	0,45-5,59	0,48
	Διαμονή	3,24*	1,17-8,98	0,02
	Φύλο (Θ/Α)	1,48	0,54-4,10	0,45
	Κολυμβητής	2,05	0,27-15,56	0,49

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλεις/Άρρενες

Πίνακας 46. Πολυπαραγοντική ανάλυση για συμπτώματα από τους οφθαλμούς

Σύμπτωμα	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ερυθρότητα	Ηλικία <15	1,32	0,82-2,12	0,25
	Διαμονή	1,00	0,70-1,42	0,99
	Φύλο (Θ/Α)	1,22	0,88-1,70	0,24
	Κολυμβητής	7,36*	2,34-23,17	<0,01
Πόνος/ καύσος	Ηλικία <15	0,78	0,39-1,58	0,49
	Διαμονή	1,13	0,74-1,74	0,56
	Φύλο (Θ/Α)	2,16*	1,39-3,36	<0,01
	Κολυμβητής	3,48*	1,27-9,52	0,02
Δακρύρροια	Ηλικία <15	0,45	0,14-1,47	0,19
	Διαμονή	1,70	0,97-2,99	0,06
	Φύλο (Θ/Α)	1,30	0,74-2,28	0,36
	Κολυμβητής	0,86	0,39-1,94	0,72
Παρουσία βλέννας	Ηλικία <15	1,07	0,32-3,63	0,91
	Διαμονή	1,42	0,63-3,22	0,40
	Φύλο (Θ/Α)	1,30	0,58-2,94	0,52
	Κολυμβητής	3,45	0,46-25,64	0,23

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλεις/Άρρενες

Πίνακας 47. Πολυπαραγοντική ανάλυση για συμπτώματα από το δέρμα

Σύμπτωμα	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ηλιακό έγκαυμα	Ηλικία <15	0,28*	0,12-0,65	<0,01
	Διαμονή	1,40*	1,01-1,94	0,04
	Φύλο (Θ/Α)	1,06	0,77-1,45	0,72
	Κολυμβητής	23,59*	3,29-168,98	<0,01
Ηλιακό έγκαυμα μόνο σε κολυμβητές	Ηλικία <15	0,23*	0,10-0,54	<0,01
	Διαμονή	1,41*	1,02-1,95	0,04
	Θήλεις/ Άρρενες	1,10	0,80-1,51	0,56
	Παιχνίδι στην ακτή	1,32	0,93-1,88	0,12
	Παιχνίδι στη θάλασσα	1,28	0,87-1,87	0,21
Μόλυνση δέρματος	Ηλικία <15	0,46	0,06-3,49	0,45
	Διαμονή	1,60	0,67-3,81	0,29
	Φύλο (Θ/Α)	2,35	0,91-6,08	0,08
	Κολυμβητής	2,87	0,38-21,53	0,31
Νυγμός εντόμου	Ηλικία <15	0,40	0,16-0,98	0,05
	Διαμονή	1,20	0,79-1,82	0,39
	Φύλο (Θ/Α)	1,20	0,80-1,79	0,38
	Κολυμβητής	2,78*	1,12-6,88	0,03
Αλλεργική δερματίτιδα/ έκζεμα	Ηλικία <15	0,16	0,02-1,15	0,07
	Διαμονή	1,42	0,79-2,55	0,24
	Φύλο (Θ/Α)	2,03*	1,09-3,76	0,02
	Κολυμβητής	6,73	0,93-48,88	0,06

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλεις/Άρρενες**Πίνακας 48.** Πολυπαραγοντική ανάλυση για συμπτώματα από το ουρογεννητικό σε θήλεις

Σύμπτωμα	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ουρολοίμωξη	Διαμονή	0,74	0,14-3,82	0,71
	Κολυμβητής	1,21	0,15-9,95	0,97
Κυστίτιδα	Διαμονή	1,49	0,68-3,26	0,32
	Κολυμβητής	3,87	0,52-28,80	0,19

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$)

Πίνακας 49. Πολυπαραγοντική ανάλυση για την κυστίτιδα σε θήλεις κολυμβήτριες που δεν έκαναν χρήση πετσέτας, ψάθας, ξαπλώστρας

Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Διαμονή	1,49	0,65-3,40	0,35
Κολυμβητής	20,79	0,40-1111,30	0,13

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$)

Πίνακας 50. Πολυπαραγοντική ανάλυση για την επίσκεψη σε ιατρό, φαρμακοποιό ή κλινήρης λόγω ασθένειας σχετική με την κολύμβηση

Σύμπτωμα	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Επίσκεψη σε ιατρό	Ηλικία <15	0,70	0,45-1,08	0,11
	Διαμονή	1,50	1,00-2,24	0,05
	Φύλο (Θ/Α)	1,43	0,96-2,14	0,08
	Κολυμβητής	3,24*	1,18-8,90	0,02
Επίσκεψη σε φαρμακείο ή χρήση φαρμάκου	Ηλικία <15	0,53*	0,36-0,78	<0,01
	Διαμονή	1,17	0,83-1,65	0,38
	Φύλο (Θ/Α)	1,21	0,87-1,68	0,26
	Κολυμβητής	3,07*	1,34-7,03	<0,01
Κλινοστατισμός	Ηλικία <15	0,79	0,14-4,52	0,80
	Διαμονή	0,44	0,05-3,85	0,46
	Φύλο (Θ/Α)	1,84	0,34-10,10	0,48
	Κολυμβητής	0,78	0,09-7,07	0,83

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$)

Αποτελέσματα της μονοπαραγοντικής και της πολυπαραγοντικής ανάλυσης των νοσημάτων στην επιδημιολογική μελέτη σειράς

Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για τη λοίμωξη του αναπνευστικού

Όπως φαίνεται στον πίνακα 51, στη μονοπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές για την εμφάνιση αναπνευστικής νόσου και στους δυο ορισμούς Α και Β. Παρόμοια, στην πολυπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος και στους δυο ορισμούς Α και Β. Ο κίνδυνος ήταν στατιστικά σημαντικά μόνο στην περίπτωση του ορισμού Α (Πίνακας 52).

Πίνακας 51. Μονοπαραγοντική ανάλυση για τη λοίμωξη του αναπνευστικού

Λοίμωξη αναπνευστικού	RR	p-value
Ορισμός Α**	2,41*	<0,01
Ορισμός Β***	1,88	0,06

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$)

**Ορισμός Α: στη λοίμωξη αναπνευστικού ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: πονόλαιμος, δυσκαταποσία, καταρροή, βήχας και βράγχος φωνής.

***Ορισμός Β: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα προηγουμένως αναφερθέντα συμπτώματα.

Πίνακας 52. Πολυπαραγοντική ανάλυση για τη λοίμωξη του αναπνευστικού

Λοίμωξη Αναπνευστικού	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ορισμός Α**	Ηλικία <15	1,27	0,88-1,83	0,20
	Διαμονή	1,14	0,88-1,49	0,33
	Φύλο (Θ/Α)	1,09	0,85-1,41	0,49
	Κολυμβητής	2,45*	1,44-4,16	<0,01
Ορισμός Β***	Ηλικία <15	1,94	1,16-3,24	0,01
	Διαμονή	1,07	0,69-1,64	0,77
	Φύλο (Θ/Α)	1,81*	1,18-2,78	<0,01
	Κολυμβητής	1,97	0,91-4,29	0,09

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλειες/Άρρενες

**Ορισμός Α: στη λοίμωξη αναπνευστικού ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: πονόλαιμος, δυσκαταποσία, καταρροή, βήχας και βράγχος φωνής.

***Ορισμός Β: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα προηγουμένως αναφερθέντα συμπτώματα.

Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για τη γαστρεντερίτιδα

Στη μονοπαραγοντική ανάλυση και την πολυπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές για την εμφάνιση γαστρεντερίτιδας και στους δυο ορισμούς A και B (Πίνακες 53, 54).

Πίνακας 53. Μονοπαραγοντική ανάλυση για τη γαστρεντερίτιδα

Γαστρεντερίτιδα	RR	p-value
Ορισμός A**	4,29*	<0,01
Ορισμός B***	3,71*	<0,01

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$)

**Ορισμός A: στη γαστρεντερίτιδα ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: ναυτία-εμετός, άνω των δύο διαρροϊκές κενώσεις και κοιλιακό άλγος.

***Ορισμός B: η παρουσία δυο από τα παρακάτω συμπτώματα: ναυτία-εμετός, περισσότερες των δύο διαρροϊκές κενώσεις, κοιλιακό άλγος και πυρετός.

Πίνακας 54. Πολυπαραγοντική ανάλυση για τη γαστρεντερίτιδα (ορισμοί A και B)

Γαστρεντερίτιδα	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ορισμός A**	Ηλικία <15	0,89	0,48-1,63	0,70
	Διαμονή	1,95*	1,33-2,86	<0,01
	Φύλο (Θ/Α)	1,19	0,81-1,74	0,38
	Κολυμβητής	3,65*	1,34-9,95	0,01
Ορισμός B***	Ηλικία <15	0,84	0,40-1,76	0,64
	Διαμονή	1,69*	1,08-2,67	0,02
	Φύλο (Θ/Α)	1,40	0,88-2,21	0,15
	Κολυμβητής	3,53*	1,11-11,26	0,03

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλεις/Άρρενες

**Ορισμός A: στη γαστρεντερίτιδα ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: ναυτία-εμετός, άνω των δύο διαρροϊκές κενώσεις και κοιλιακό άλγος.

***Ορισμός B: η παρουσία δυο από τα παρακάτω συμπτώματα: ναυτία-εμετός, περισσότερες των δύο διαρροϊκές κενώσεις, κοιλιακό άλγος και πυρετός.

Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για ωτίτιδα

Στη μονοπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη εκτεθειμένους για την εμφάνιση ωτίτιδας και στους δυο ορισμούς A και B. Στην πολυπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στον ορισμό A ενώ στον ορισμό B βρέθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος, χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικά (Πίνακες 56, 57).

Πίνακας 56. Μονοπαραγοντική ανάλυση για την ωτίτιδα

Ωτίτιδα	RR	p-value
Ορισμός A**	19,74*	<0,01
Ορισμός B***	4,16*	0,02

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$),

**Ορισμός A: στην ωτίτιδα ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: πόνος, αίσθημα βάρους, εκροή υγρού και κνησμός.

***Ορισμός B: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα προηγούμενως αναφερθέντα συμπτώματα.

Πίνακας 57. Πολυπαραγοντική ανάλυση για την ωτίτιδα

Ωτίτιδα	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ορισμός A**	Ηλικία <15	1,08	0,64-1,82	0,77
	Διαμονή	1,28	0,90-1,82	0,17
	Φύλο (Θ/Α)	1,58	1,11-2,25	0,01
	Κολυμβητής	20,33*	2,84-145,42	<0,01
Ορισμός B***	Ηλικία <15	0,60	0,14-2,53	0,48
	Διαμονή	0,96	0,43-2,13	0,92
	Φύλο (Θ/Α)	2,04	0,92-4,53	0,08
	Κολυμβητής	4,45	0,60-32,89	0,14

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλειες/Άρρενες

**Ορισμός A: στην ωτίτιδα ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: πόνος, αίσθημα βάρους, εκροή υγρού και κνησμός.

***Ορισμός B: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα προηγούμενως αναφερθέντα συμπτώματα.

Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για την οφθαλμοπάθεια

Στη μονοπαραγοντική ανάλυση και την πολυπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές για την εμφάνιση οφθαλμοπάθειας και στους δυο ορισμούς A και B (Πίνακες 58, 59).

Πίνακας 58. Μονοπαραγοντική ανάλυση για την οφθαλμοπάθεια

Οφθαλμοπάθεια	RR	p-value
Ορισμός A**	2,78*	<0,01
Ορισμός B***	3,78*	0,02

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλεις/Άρρενες

**Ορισμός A: στην οφθαλμοπάθεια ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: ερυθρότητα, αίσθημα πόνου ή καύσου, δακρύρροια και αυξημένη παρουσία τσίμπλας ή βλέννας.

***Ορισμός B: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα προηγούμενως αναφερθέντα συμπτώματα.

Πίνακας 59. Πολυπαραγοντική ανάλυση για την οφθαλμοπάθεια (ορισμοί A και B)

Οφθαλμοπάθεια	Παράγοντας κινδύνου	OR	95% CI	p-value
Ορισμός A**	Ηλικία <15	1,01	0,65-1,54	0,98
	Διαμονή	1,12	0,84-1,49	0,45
	Φύλο (Θ/Α)	1,23	0,93-1,62	0,14
	Κολυμβητής	2,83*	1,53-5,24	<0,01
Ορισμός B**	Ηλικία <15	0,77	0,35-1,69	0,51
	Διαμονή	1,04	0,65-1,69	0,86
	Φύλο (Θ/Α)	1,75*	1,09-2,81	0,02
	Κολυμβητής	3,83*	1,20-12,20	0,02

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$), Θ/Α:Θήλεις/Άρρενες

**Ορισμός A: στην οφθαλμοπάθεια ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: ερυθρότητα, αίσθημα πόνου ή καύσου, δακρύρροια και αυξημένη παρουσία τσίμπλας ή βλέννας.

***Ορισμός B: η παρουσία τουλάχιστον δυο από τα προηγούμενως αναφερθέντα συμπτώματα.

Μονοπαραγοντική (Univariate) και πολυπαραγοντική (logistic regression) ανάλυση για την δερματοπάθεια

Στη μονοπαραγοντική ανάλυση και την πολυπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές για την εμφάνιση δερματοπάθειας (Πίνακες 60, 61).

Πίνακας 60. Μονοπαραγοντική ανάλυση για τη δερματοπάθεια**

RR	p-value
15,78*	<0,01

*Στατιστικά σημαντικό ($p<0,05$)

**Δερματοπάθεια ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: ηλιακό έγκαυμα, μόλυνση δέρματος, αλλεργική δερματίτιδα/έκζεμα.

Πίνακας 61. Πολυπαραγοντική ανάλυση για τη δερματοπάθεια**

Παράγοντας	OR	95% CI	p-value
Ηλικία <15	0,24*	0,11-0,50	<0,01
Διαμονή	1,38*	1,04-1,83	0,02
Φύλο (Θ/Α)	1,22	0,93-1,61	0,15
Κολυμβητής	16,28*	4,03-65,71	<0,01

*Στατιστικά σημαντικό ($p<0,05$), Θ/Α:Θήλεις/Άρρενες

**Δερματοπάθεια ορίστηκε η παρουσία ενός από τα ακόλουθα συμπτώματα: ηλιακό έγκαυμα, μόλυνση δέρματος, αλλεργική δερματίτιδα/έκζεμα.

Αποτελέσματα της συγκριτικής ανάλυσης της επίπτωσης νοσημάτων σε κολυμβητές σε σχέση με τις παραλίες και τα σημεία δειγματοληψίας

Οι τρεις παραλίες (A=Στομίου, B=Κουτσουπιάς, C=Βελίκας) δε χαρακτηρίζονταν από την ίδια μικροβιολογική ποιότητα υδάτων. Όπως προαναφέρθηκε, από τις μετρήσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων των υδάτων διαπιστώθηκε ότι ο μέσος όρος των τιμών όλων των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης πλην του Σταφυλόκοκκου ήταν υψηλότερος στην παραλία του Στομίου σε σχέση με τις υπόλοιπες παραλίες. Η ανάλυση των μικροβιολογικών δεδομένων ποιότητας των παραλιών επιπρόσθετα ανέδειξε ότι οι παραλίες διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους στο μικροβιακό δείκτη των Εντερόκοκκων ($p=0,007$). Στόχος της ακόλουθης ανάλυσης ήταν να διερευνηθεί αν ανάμεσα στους κολυμβητές των διαφορετικών παραλιών και των σημείων δειγματοληψίας παρουσιάστηκαν διαφορές στη νοσηρότητα.

Η μεθοδολογική προσέγγιση για την αναζήτηση διαφορών στη νοσηρότητα ανάμεσα στους κολυμβητές των τριών παραλιών ήταν να χαρακτηριστεί η **παραλία Α (παραλία Στομίου)** ως η «υψηλού κινδύνου» παραλία για την παρουσία κοπρανώδους μόλυνσης και οι παραλίες **Β (παραλία Κουτσουπιάς)** και **Γ (παραλία Βελίκας)** ως «χαμηλού κινδύνου», αντίστοιχα.

Τα σημεία 2 και 3 της παραλίας Α (Στομίου) λόγω της άμεσης γειννίας τους με στάσιμα ύδατα χαρακτηρίστηκαν ως σημεία «υψηλού κινδύνου» για παρουσία εντόμων ενώ τα υπόλοιπα σημεία ως «χαμηλού κινδύνου».

Από τα αποτελέσματα της αρίθμησης των λουομένων στις ακτές διαπιστώθηκε ότι η παραλία Α (Στομίου) παρά ότι διέθετε αριθμητικά τη μεγαλύτερη προσέλευση λουομένων εντούτοις διέθετε τη χαμηλότερη πυκνότητα των κολυμβητών σε σχέση με τις παραλίες Β και Γ (παραλίες της Κουτσουπιάς και της Βελίκας). Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική ($p<0,05$). Συνεπώς, η παραλία Α (Στομίου) χαρακτηρίστηκε ως η παραλία χαμηλού συγχρωτισμού λουομένων και οι παραλίες Β (Κουτσουπιάς) και Γ (Βελίκας) χαρακτηρίστηκαν ως οι παραλίες υψηλού συγχρωτισμού λουομένων.

Τα αποτελέσματα της μονοπαραγοντικής ανάλυσης της συσχέτισης των νοσημάτων με την κολύμβηση σε διαφορετικές παραλίες ανέδειξαν ότι υπήρχε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος για την εμφάνιση λοιμώξεων του αναπνευστικού (ορισμοί Α, Β), γαστρεντερίτιδες (ορισμός Β) και ωτίτιδες (ορισμός Α) στους κολυμβητές των παραλιών Β και Γ (χαμηλού κινδύνου ως προς την κοπρανώδη μόλυνση) σε σχέση με τους κολυμβητές της παραλίας Α (υψηλού κινδύνου ως προς την κοπρανώδη μόλυνση). Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι οι λουόμενοι των παραλιών Β και Γ διέτρεχαν μεγαλύτερο κίνδυνο για οφθαλμοπάθειες και δερματοπάθειες αλλά χωρίς στατιστικά σημαντική συσχέτιση (Πίνακες 62-63).

Πίνακας 62. Μονοπαραγοντική ανάλυση συσχέτισης νοσημάτων με την κολύμβηση σε διαφορετικές παραλίες (A vs B+C)

Νόσος	Σχετικός κίνδυνος			
	Ορισμός A		Ορισμός B	
	RR	p-value	RR	p-value
Λοίμωξη του αναπνευστικού	0,56*	<0,01	0,35*	<0,01
Γαστρεντερίτιδα	0,80	0,15	0,54*	0,01
Ωτίτιδα	0,66*	0,02	1,14	0,44
Οφθαλμοπάθεια	1,07	0,35	1,06	0,44
Δερματολογική νόσος	0,92	0,27	-	-

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$),

Πίνακας 63. Μονοπαραγοντική ανάλυση συσχέτισης των δερματολογικών νοσημάτων με την κολύμβηση σε διαφορετικές παραλίες (A vs B+C)

Νόσος	Σχετικός κίνδυνος	
	Ορισμός A	
	RR	p-value
Ηλιακό έγκαυμα	0,84	0,35
Δερματική μόλυνση	1,05	0,91
Νυγμός εντόμου	1,35	0,16
Επίθεση θαλάσσιου οργανισμού	1,66	0,28
Αλλεργική δερματίτιδα	0,62	0,18

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$),

Στην πολυπαραγοντική ανάλυση της συσχέτισης των νοσημάτων με την κολύμβηση σε διαφορετικές παραλίες οι παράμετροι που ελήφθησαν υπόψη ήταν οι διαφορετικές παραλίες (A vs B+C), το φύλο (θήλεις/άρρενες), η ηλικία (άτομα υψηλού κινδύνου θεωρήθηκαν τα παιδιά ηλικίας ≤ 15 ετών και χαμηλού κινδύνου τα άτομα > 15 ετών) και η διαμονή (ομάδα υψηλού κινδύνου άτομα που διέμεναν εκτός Νομού Λάρισας). Στις περιπτώσεις όπου δεν αναφερόταν κάποιο κλινικό σύμπτωμα στην ομάδα των μη εκτεθειμένων για λόγους στατιστικής επεξεργασίας έγινε παραδοχή για την ύπαρξη ενός περιστατικού, προκειμένου να διενεργηθεί η πολυπαραγοντική ανάλυση (logistic regression analysis).

Τα αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης έδειξαν ότι υπήρχε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στους κολυμβητές των παραλιών B και C (χαμηλού κινδύνου ως προς την κοπρανώδη μόλυνση) για την εμφάνιση λοιμώξεων του αναπνευστικού και ωτίτιδες, σύμφωνα με τον ορισμό νόσου A. Παράλληλα, για τον ίδιο ορισμό A, διαπιστώθηκε ότι οι λουόμενοι των παραλιών B και C διέτρεχαν μεγαλύτερο κίνδυνο για γαστρεντερίτιδες, οφθαλμοπάθειες και δερματολογική νόσο αλλά χωρίς στατιστικά σημαντική συσχέτιση. Για τον πιο αυστηρό ορισμό των νοσημάτων B, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος για την εμφάνιση λοιμώξεων του αναπνευστικού και γαστρεντερίτιδων στους κολυμβητές των παραλιών B και C (χαμηλού κινδύνου ως προς την κοπρανώδη μόλυνση), ενώ συγχρόνως παρατηρήθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος

για τις οφθαλμοπάθειες και τις ωτίτιδες, χωρίς στατιστική σημαντικότητα (Πίνακες 64 65).

Πίνακας 64. Πολυπαραγοντική ανάλυση συσχέτισης νοσημάτων με την κολύμβηση σε διαφορετικές παραλίες (A vs B+C)

Νόσος	Odds ratio			
	Ορισμός A		Ορισμός B	
	OR	p-value	OR	p-value
Λοίμωξη του αναπνευστικού	0,52*	<0,01	0,31*	<0,01
Γαστρεντερίτιδα	0,73	0,13	0,50*	0,02
Ωτίτιδα	0,59*	0,01	1,12	0,78
Οφθαλμοπάθεια	1,04	0,80	1,03	0,91
Δερματολογική νόσος	0,91	0,48	-	-

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$),

Στη μονοπαραγοντική και την πολυπαραγοντική ανάλυση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στην αναζήτηση ιατρικής βοήθειας και επίσκεψης σε φαρμακείο (ή χρήσης φαρμάκου) ανάμεσα στους κολυμβητές των παραλιών B και C σε σχέση με τους κολυμβητές της παραλίας A (Πίνακας 65).

Πίνακας 65. Μονοπαραγοντική και πολυπαραγοντική ανάλυση συσχέτισης επίσκεψης σε ιατρό, φαρμακοποιό ή κλινοστατισμού με την κολύμβηση σε διαφορετικές παραλίες (A vs B+C)

Σύμπτωμα	Μονοπαραγοντική		Πολυπαραγοντική	
	RR	p-value	OR	p-value
Επίσκεψη σε ιατρό	0,42*	<0,01	0,39	<0,01
Επίσκεψη σε φαρμακείο ή χρήση φαρμάκου	0,55*	<0,01	0,52	<0,01
Κλινοστατισμός	0,41	0,37	0,51	0,55

*Στατιστικά σημαντικό ($p < 0,05$),

Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος νυγμού εντόμου στους κολυμβητές των σημείων δειγματοληψίας 2 και 3 (παραλία του Στομίου) σε σχέση με τους λουόμενους των υπολοίπων σημείων ($RR = 2,37$, $CI = 1,49 - 3,77$, $p < 0,01$; $OR = 2,36$, $CI = 1,44 - 3,89$, $p < 0,01$).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπεράσματα από τις μικροβιολογικές μετρήσεις στα υδάτα των θαλάσσιων ακτών της μελέτης

Για την καλύτερη εκτίμηση της μικροβιολογικής ποιότητας των υδάτων των τριών ακτών της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η προτεινόμενη από τη νέα Ευρωπαϊκή οδηγία (2006/7/EE) μεθοδολογία. Στην οδηγία αυτή συστήνεται ο υπολογισμός της ποιότητας των κολυμβητικών υδάτων να γίνεται βάσει του εκατοστημοριακού υπολογισμού της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των μικροβιολογικών δεδομένων για κάθε παραλία δειγματοληψίας. Επιπρόσθετα, για λόγους καλύτερης εκτίμησης της ποιότητας των υδάτων των ακτών της έρευνας, έγινε ανάλυση των δεδομένων σύμφωνα με τη μη παραμετρική μέθοδο Hazen για την εκτίμηση του 90^{ου} και του 95^{ου} εκατοστημορίου. Η μέθοδος Hazen, σύμφωνα με κάποιους ερευνητές, προσφέρει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα στην εκτίμηση της ποιότητας των υδάτων (*Chawla & Hunter, 2005*). Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της μεθόδου Hazen με τη μέθοδο του εκατοστημοριακού υπολογισμού της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας (Οδηγία 2006/7/EE), η μέθοδος Hazen υπολογίζει υψηλότερες τιμές σε όλες τις μικροβιακές παραμέτρους. Ανεξάρτητα από την τελική τιμή που υπολόγιζε η κάθε μέθοδο, η κατάταξη μεταξύ των παραλιών δεν μεταβάλλονταν ενώ όλες οι παραλίες πληρούσαν τις αυστηρότερες προδιαγραφές και τα όρια ποιότητας των οδηγιών 76/160/ΕΟΚ, 2006/7/ΕΕ και της Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 και τα ύδατα τους κατατάσσονταν ως εξαιρετικής ποιότητας.

Οι τιμές όλων των μικροβιολογικών παραμέτρων πλην των Σταφυλόκοκκων ήταν υψηλότερες στην παραλία του Στομίου (Παραλία Α). Το αποτέλεσμα αυτό δεν αποτέλεσε έκπληξη καθώς λίγα χιλιόμετρα βορειότερα του οικισμού του Στομίου βρίσκεται η εκβολή του ποταμού Πηνειού. Οι υψηλότερες τιμές των μικροβιακών παραμέτρων παρατηρήθηκαν στα σημεία 3 και 2 της παραλίας του Στομίου. Το σημείο 3 είναι το βορειότερο σημείο της ακτής σε σχέση με τα άλλα σημεία (σημεία 1 και 2) και κατά επέκταση πιο κοντά προς το δέλτα του ποταμού. Επιπρόσθετα, η γειννίαση του σημείου 3 με το χώρο της Δημοτικής κατασκήνωσης πιθανόν να διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο λόγω πιθανής εκροής λυμάτων από αυτόν. Εντούτοις, είναι πολύ δύσκολο να τεκμηριωθεί η υπόθεση αυτή απουσία δελτίου υγειονομικής επιθεώρησης του χώρου. Οι χαμηλότερες τιμές για όλες τις μικροβιολογικές παραμέτρους πλην των Σταφυλόκοκκων παρατηρήθηκαν στην παραλία της Βελίκας (σημείο 8), ενώ στην παραλία της Κουτσουπιάς παρατηρήθηκαν ενδιάμεσες τιμές ανάμεσα στις δυο προαναφερόμενες παραλίες.

Αντιθέτως, οι Σταφυλόκοκκοι παρατηρήθηκαν σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στην παραλία της Βελίκας. Η παραλία της Κουτσουπιάς χαρακτηριζόταν από τις αμέσως μετά την παραλία της Βελίκας υψηλότερες συγκεντρώσεις Σταφυλόκοκκων, ενώ η παραλία του Στομίου χαρακτηριζόταν από τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις Σταφυλόκοκκων.

Από τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών παραμέτρων διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών παραλιών Α, Β και C (Α=Στομίου, Β=Κουτσουπιάς, C=Βελίκας) και μεταξύ των επτά σημείων μόνο για τη μικροβιολογική παράμετρο των Εντερόκοκκων. Αυτό αποδεικνύει στην

πράξη τη σημασία των Εντεροκόκκων ως τον καλύτερο μικροβιακό δείκτης μόλυνσης στα θαλασσινά ύδατα.

Συμπερασματικά, δε διαπιστώθηκε για καμία παραλία της έρευνας υπέρβαση των μικροβιολογικών παραμέτρων από τα όρια που ορίζουν η Εθνική Νομοθεσία και οι Κοινοτικές Οδηγίες για τα θαλασσινά ύδατα κολύμβησης. Η παραλία του Στομίου, σε σύγκριση με τις παραλίες της Κουτσουπιάς και της Βελίκας, διέθετε συγκριτικά τις υψηλότερες συγκεντρώσεις μικροβιακών παραμέτρων, αντιπροσωπευτικών της κοπρανώδους μόλυνσης, αλλά παράλληλα και τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις του Σταφυλόκοκκου χρυσίζοντος.

Συμπεράσματα από τις μικροβιολογικές μετρήσεις στην άμμο των θαλάσσιων ακτών της μελέτης

Η απουσία διεθνώς τεκμηριωμένης και αποδεκτής μεθόδου καλλιέργειας της άμμου οδήγησε στην υιοθέτηση μιας σειράς πρακτικών και μεθόδων τα οποία έπρεπε να σχεδιαστούν από την αρχή και να δοκιμαστούν στην πράξη. Η περιορισμένη βιβλιογραφία ανέφερε ότι η άμμος χαρακτηριζόταν από υψηλές τιμές και μεγάλες διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης (*Alm et al., 2003; Whitman and Nevers, 2003, Zanoli-Zato et al., 2004*). Αυτό δυσκόλεψε την υιοθέτηση εξ αρχής μιας συγκεκριμένης ποσότητας έκπλυσης της άμμου και διήθησης συγκεκριμένων ποσοτήτων εκπλύματος άμμου προκειμένου να καλλιεργηθούν οι βακτηριακοί δείκτες μόλυνσης που πιθανόν να υπήρχαν σε αυτήν. Ειδικότερα, διαπιστώθηκε ότι την καλύτερη απόδοση στην ανίχνευση των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης από την άμμο, έχουν διηθήσεις ποσοτήτων 50 mL, 5 mL, 0,5 mL του διαλύματος έκπλυσης που παρασκευάζεται μετά την προσθήκη 25 ή 50 γραμμαρίων άμμου σε ποσότητα 250 mL Phosphate Buffer Saline (PBS). Η απουσία ανάπτυξης μικροβίων στα τρυβλία με τις παραπάνω ποσότητες όμως δεν αποκλείει την παρουσία των υπό εξέταση βακτηρίων στην άμμο, καθώς το όριο ανίχνευσης (με αυτές τις ποσότητες) είναι τα 10-20 βακτήρια (ανάλογα με την ποσότητα άμμου που προστίθεται στο PBS, αν είναι 50 ή 25 γραμμάρια, αντίστοιχα).

Μειονέκτημα της μεθόδου μπορεί να θεωρηθεί ότι το ποσοστό ανάκτησης των μικροβίων από την άμμο με τη χρήση του συγκεκριμένου υγρού έκπλυσης (PBS) είναι άγνωστο. Σύμφωνα όμως με μια δημοσίευση το ποσοστό ανάκτησης της *E.coli* με χρήση PBS εκτιμάται 81% έως 96% (*Whitman & Nevers, 2003*). Εντούτοις, η συγκεκριμένη μελέτη έγινε σε ίζημα λίμνης γλυκού ύδατος και όχι σε άμμο από θαλασσινό περιβάλλον, ενώ επιπρόσθετα δεν υπάρχει καμία αναφορά για το ποσοστό ανάκτησης των υπολοίπων, πλην της *E.coli*, μικροβιολογικών παραμέτρων.

Οι συγκεντρώσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων στην υγρή άμμο είναι κατά κανόνα υψηλότερες από τις συγκεντρώσεις στα ύδατα. Είναι πλέον σαφές ότι οι μικροβιολογικές παράμετροι στην υγρή άμμο της ακτογραμμής

μπορούν να είναι αυξημένες ακόμη και περισσότερο από 100 φορές σε σχέση με τον αριθμό τους στα ύδατα.

Οι συγκεντρώσεις των μικροβιακών παραμέτρων που μετρήθηκαν στη στεγνή άμμο, ήταν υψηλότερες από τις συγκεντρώσεις των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης στην υγρή άμμο. Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί από το γεγονός ότι στην προκειμένη περίπτωση η στεγνή άμμος συλλεγόταν από περισσότερες τοποθεσίες όπου ήταν παρόντες ή προηγουμένως σύχναζαν λουόμενοι, ευρισκόμενοι κάτω από την προστασία μιας ομπρέλας θαλάσσης και ενίοτε υπήρχαν υπολείμματα οργανικής ύλης (τροφής ή ροφημάτων). Επιπρόσθετα, η άμμος αυτή διαβρεχόταν τουλάχιστον μια φορά με νερό (συνήθως το πρωί) από τους υπαλλήλους των παρακείμενων καταστημάτων, προσφέροντας ακόμη πιο ευνοϊκές συνθήκες για την επιβίωση των μικροβίων. Η παρουσία σε μια μοναδική μέτρηση συγκέντρωσης μεγαλύτερης των 10^6 βακτηρίων ανά 100 γραμμάρια άμμου υποδηλώνει προφανώς την πρόσμιξη κοπρανώδους υλικού (πιθανότερο ζωικής προέλευσης) στο συγκεκριμένο δείγμα της άμμου. Μια επιπρόσθετη παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι το βάρος της υγρής άμμου είναι μεγαλύτερο σε σχέση με της στεγνής. Συνεπώς, ο όγκος της υγρής άμμου που προστέθηκε ήταν μικρότερος συγκριτικά με αυτόν της στεγνής άμμου (για το ίδιο βάρος) και κατά επέκταση τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των μικροβιολογικών παραμέτρων της υγρής άμμου υποεκτιμήθηκαν συγκριτικά με τα αποτελέσματα της στεγνής άμμου καθώς εκφράζονταν σε cfu/100 γραμμάρια άμμου.

Η βιβλιογραφία σήμερα υποστηρίζει την αυξημένη ικανότητα επιβίωσης των μικροοργανισμών στην υγρή άμμο σε σχέση με τα ύδατα καθώς η άμμος μπορεί να προσφέρει προστασία έναντι των επιβλαβών περιβαλλοντικών παραγόντων και κυρίως απέναντι στη βλαβερή ηλιακή ακτινοβολία.

Συμπερασματικά, η μέτρηση διαφόρων μικροβίων στην άμμο δυσχεραίνεται από τις μεγάλες διακυμάνσεις που παρατηρούνται και από την απουσία προτεινόμενης πρότυπης μεθόδου. Παρόλο αυτά, οι μετρήσεις έδειξαν ότι η άμμος χαρακτηρίζεται από υψηλότερες συγκεντρώσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων σε σχέση με τα ύδατα. Είναι σαφές ότι η άμμος στις παραλίες αποτελεί μια πηγή παθογόνων μικροβίων που ενδεχομένως να αποτελούν και μια πιθανή δεξαμενή για τη μόλυνση των υδάτων πλησίον της ακτογραμμής. Εντούτοις, εξακολουθούν να παραμένουν αναπάντητα ερωτήματα για το ρόλο της άμμου στην υγεία των λουομένων. Απαιτούνται στο μέλλον μια σειρά επιπρόσθετων μελετών από την επιστημονική κοινότητα προκειμένου να προσδιορίσουν επακριβώς την ποσοτική και ποιοτική σύσταση της άμμου σε παθογόνα ανά γεωγραφική περιοχή και είδος άμμου, αλλά και το ρόλο της στην επιβίωση των μικροβίων. Επιπρόσθετα, απαιτείται να προσδιοριστεί το ποσοστό ανάκτησής τους από την άμμο των διαφόρων μικροβιολογικών παραμέτρων με τη χρήση διαφόρων διαλυμάτων έκλουσης.

Συμπεράσματα από την Επιδημιολογική μελέτη σειράς

Η επιδημιολογική μελέτη σειράς στους λουόμενους μπορεί να χαρακτηριστεί επιτυχημένη ως προς τον αριθμό των ερωτηθέντων ($n=4.293$)

και των τελικών συμμετεχόντων (n=3.969), καθώς ξεπέρασε το προβλεπόμενο στόχο των 1.700 λουομένων. Το τελικό ποσοστό ανταπόκρισης υπήρξε ικανοποιητικά υψηλό (92,45%).

Η τηλεφωνική επικοινωνία έπεται από δέκα (10) ημέρες βασίστηκε σε βιβλιογραφικές αναφορές που τοποθετούν τη μέση περίοδο επώασης των νοσημάτων που παρατηρούνται στα ύδατα αναψυχής ανάμεσα στις 4-8 ημέρες (*Fleisher et al. 1998*).

Ένα σύμπτωμα ή κλινικό σημείο δεν αποτελεί απαραίτητα και μια νόσο. Παράλληλα, η παρουσία ενός και μόνο συμπτώματος μπορεί να αποτελεί τη μόνη κλινική εκδήλωση μιας νόσου. Η απουσία ιατρικής γνωμάτευσης για την εκδήλωση ή όχι μιας νόσου (παρά το ότι δεν επιβεβαιώνει απαραίτητα και τη διάγνωση της) αποτελεί σαφώς ένα μειονέκτημα της μελέτης αυτής (όπως και όλων των παρομοίων μελετών σειράς) που σε καμία περίπτωση δε μπορούσε να αντισταθμιστεί από τη χρήση της αυτοδιάγνωσης των ιδίων των ασθενών (να διαγνώσουν οι ίδιοι από τι έπασχαν) καθώς οι ελλειπείς ιατρικές γνώσεις και η υποκειμενικότητα είναι βασικά μειονεκτήματα της αυτοδιάγνωσης. Αυτό αποτέλεσε τη γενεσιουργό ιδέα να ζητηθεί από τους συμμετέχοντες να επιβεβαιώσουν απλώς διάφορα συμπτώματα ή κλινικά σημεία που είναι σαφή και εύκολα αναγνωρίσιμα και η διάγνωση του νοσήματος στη συνέχεια να βασίζεται σε αυτά τα κλινικά σημεία και συμπτώματα. Η περιγραφή απλών κλινικών συμπτωμάτων από τους λουόμενους και τους μη εκτεθειμένους ήταν ο πιο ακριβής τρόπος καταγραφής των προβλημάτων υγείας που ενδεχομένως θα εμφανίζονταν.

Ανάμεσα στους 3.969 κολυμβητές οι 19 (0,5%) δήλωσαν ότι κινδύνεψαν να πνιγούν κατά τη διάρκεια της μελέτης. Παρόλο αυτά δε διαπιστώθηκε πνιγμός ανάμεσα στους κολυμβητές που συμμετείχαν στην έρευνα. Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΣΥΕ) κάθε χρόνο λαμβάνουν χώρα περίπου 300 ακούσιοι πνιγμοί στην Ελλάδα που στατιστικά κάνουν την πιθανότητα πνιγμού πολύ χαμηλότερη από 1:4000 που ήταν το μέγεθος του δείγματος. Προβληματισμό ωστόσο εγείρει το ποσοστό των κολυμβητών (0,5%) που δήλωσε ότι κινδύνεψε να πνιγεί κατά τη διάρκεια της μελέτης σε συνδυασμό με το υψηλό ποσοστό των κολυμβητών (7,9%) που δήλωσε ότι κινδύνεψε τουλάχιστον μια φορά στην ζωή του να πνιγεί.

Οι τραυματισμοί του δέρματος από νύσσοντα και τέμνοντα αντικείμενα είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται στους θαλάσσιους χώρους αναψυχής (*WHO, 2003*). Οι τραυματισμοί οφείλονται συνήθως σε σπασμένα γυάλινα αντικείμενα (μπουκάλια, ποτήρια), μεταλλικά αντικείμενα (κονσέρβες) και σπανιότερα σε σπασμένα κοχύλια, όστρακα ή αιχμηρούς βράχους, σύριγγες ή βελόνες. Μυοσκελετικές κακώσεις παρατηρούνται έπειτα από πτώση ή απώλεια της στήριξης (*WHO, 2003*). Συνεπώς η αυξημένη επίπτωση για τραυματισμούς που παρατηρήθηκε στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές δεν προκαλεί έκπληξη. Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε διαφορά στην επίπτωση του τραυματισμού ανάμεσα στα δυο φύλα. Παρατηρήθηκε αυξημένη επίπτωση στους άρρενες σε σχέση με τις θήλεις. Αυτό αποδίδεται στην πιο ενεργή, δραστήρια και συχνά ριψοκίνδυνη συμπεριφορά του ανδρικού φύλου συγκριτικά με το γυναικείο. Η υψηλότερη επίπτωση τραυματισμού παρατηρήθηκε στις ηλικίες από 15 έως 24 που είναι οι ηλικίες με συνήθως εντονότερη φυσική δραστηριότητα. Η συσχέτιση ανάμεσα στη δραστήρια συμπεριφορά και τον κίνδυνο τραυματισμού ενισχύεται από την παρατήρηση ότι ο κίνδυνος τραυματισμού των κολυμβητών στην παραλία ήταν στατιστικά

σημαντικά μεγαλύτερος σε κολυμβητές που συμμετείχαν σε παιχνίδια στην παραλία σε σχέση με αυτούς που δε συμμετείχαν.

Στα συμπτώματα από το αναπνευστικό (ανώτερο και κατώτερο) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές (μη εκτεθειμένους) για την εμφάνιση πονόλαιμου. Ο πονόλαιμος είναι ένα κοινό σύμπτωμα των νοσημάτων του ανώτερου αναπνευστικού και παρατηρείται κυρίως στην φαρυγγίτιδα, αμυγδαλίτιδα και λαρυγγίτιδα (*Harrison, 16th edition*). Επίσης, μεγαλύτερος κίνδυνος παρατηρήθηκε στους κολυμβητές σε σχέση με του μη εκτεθειμένους, για καταρροή και δυσκαταποσία αλλά χωρίς στατιστική σημαντικότητα. Αυτά είναι συμπτώματα διαφόρων νοσημάτων του ανώτερου αναπνευστικού (ρινίτιδα, κοινό κρυολόγημα, φαρυγγίτιδα, ρινοφαρυγγίτιδα). Στον ορισμό Α της λοίμωξης του αναπνευστικού καταγράφηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές (μη εκτεθειμένους) ενώ στον ορισμό Β διαπιστώθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος, χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικά. Στα βιβλιογραφικά δεδομένα καταγράφεται άμεση συσχέτιση ανάμεσα στην κακή ποιότητα των υδάτων κολύμβησης με νοσήματα του αναπνευστικού και ειδικά με την οξεία εμπύρετο νόσο του αναπνευστικού (AFRI: Acute Febrile Respiratory Illness), ενώ επιπρόσθετα υπάρχει και βιολογική ερμηνεία (*WHO, 2003*). Εντούτοις, καθώς δε διαπιστώθηκε στη μελέτη μας κακή ποιότητα στα ύδατα κολύμβησης ο μεγαλύτερος κίνδυνος που παρατηρήθηκε στους κολυμβητές οφείλεται στο συγχρωτισμό.

Η ναυτία, ο εμετός, ο κοιλιακός πόνος και η διάρροια αποτελούν τα βασικότερα συμπτώματα μιας γαστρεντερίτιδας. Η συσχέτιση τους με την κολύμβηση δεν αποτελεί έκπληξη καθώς η γαστρεντερίτιδα αποτελεί το νόσημα με την πιο επαναλαμβανόμενη και ισχυρή συσχέτιση με την κολύμβηση στις περισσότερες επιδημιολογικές μελέτες. Εντούτοις, τα παραπάνω συμπτώματα δεν είναι ειδικά της γαστρεντερίτιδας καθώς παρατηρούνται και σε άλλα νοσήματα. Για τον κοιλιακό πόνο και τη γαστρεντερίτιδα (ορισμός νόσου Α και Β) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την κολύμβηση ενώ στα υπόλοιπα συμπτώματα (ναυτία-εμετός, διάρροιες) παρατηρήθηκε αυξημένη επίπτωση αλλά χωρίς στατιστικά σημαντική συσχέτιση. Η μετάδοση παθογόνων που προκαλούν γαστρεντερίτιδα στα ύδατα αναψυχής είναι βιολογικά πιθανή και κατά τρόπο ανάλογο με την υδατογενή γαστρεντερίτιδα από πόσιμο νερό (*Pruss, 1998, WHO, 2003*).

Η ωταλγία είναι το κύριο σύμπτωμα της εξωτερικής ή μέσης ωτίτιδας. Η ωτόρροια είναι σύμπτωμα μιας οξείας μέσης ωτίτιδας και ο κνησμός του αυτιού ενίοτε αποτελεί το πρώτο σύμπτωμα μιας εξωτερικής ωτίτιδας που εξελίσσεται σε ωταλγία. Η εξωτερική ωτίτιδα σχετίζεται με την κολύμβηση και είναι γνωστή στη βιβλιογραφία και ως «αυτί του κολυμβητή» (*swimmers ear*) αλλά παρατηρείται και σε περιστατικά που δε συνδέονται με την κολύμβηση. Η απώλεια της κυψελίδας του αυτιού εξαιτίας της ζέστης και της υγρασίας, σε συνδυασμό με την άνοδο του pH στον έξω ακουστικό πόρο, οδηγεί σε εμποτισμό (μούλιασμα) και ερεθισμό του αυτιού και τελικώς στην ευπάθεια του απέναντι στις λοιμώξεις (*Harrison, 16th edition*). Στη μονοπαραγοντική όσο και την πολυπαραγοντική ανάλυση διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος για την εμφάνιση ωτίτιδας. Στη βιβλιογραφία έχουν περιγραφεί συσχετίσεις ανάμεσα στις ωτίτιδες και την κολύμβηση ακόμη και σε

ύδατα με χαμηλές τιμές μικροβιακών δεικτών μόλυνσης (*van Asperen et al., 1995*).

Η ερυθρότητα του οφθαλμού, ο πόνος ή το αίσθημα καύσου στους οφθαλμούς είναι συμπτώματα φλεγμονής των οφθαλμών (λ.χ. επιπεφυκίτιδας, κερατοεπιπεφυκίτιδας κλπ.). Η ερυθρότητα, ο πόνος ή το αίσθημα καύσου στους οφθαλμούς και η παρουσία οφθαλμοπάθειας (ορισμός Α και Β) συσχετίζονταν στη μελέτη σειράς στατιστικά σημαντικά με την κολύμβηση. Η υπάρχουσα βιβλιογραφία υποστηρίζει την εμφάνιση αυξημένης συχνότητας συμπτωμάτων στους κολυμβητές εξαιτίας της απώλειας των προστατευτικών μηχανισμών και συνεπώς ελάττωση της άμυνας των οφθαλμών έναντι των λοιμώξεων.

Το ηλιακό έγκαυμα ως αποτέλεσμα της διαμονής των κολυμβητών στον υπαίθριο θαλάσσιο χώρο αναψυχής ήταν ένα αναμενόμενο εξαρχής αποτέλεσμα. Ο αυξημένος κατά 22 φορές κίνδυνος που παρατηρήθηκε στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές (μη εκτεθειμένους) δεν προκαλεί έκπληξη καθώς το 28% των κολυμβητών που συμμετείχε στη μελέτη σειράς δήλωνε ότι δεν κάνει χρήση αντιηλιακού σκευάσματος στην παραλία. Η μέγιστη επίπτωση του ηλιακού εγκαύματος στους κολυμβητές παρατηρήθηκε στις ηλικίες 15-24 ενώ δεν αναφέρθηκαν περιστατικά ηλιακού εγκαύματος για ηλικίες μικρότερες των 10 ετών και μεγαλύτερες των 65 ετών. Πιθανότερο είναι ότι ο προστατευτισμός και η αντιηλιακή μέριμνα των γονιών για τις μικρές ηλικίες καθώς και η εμπειρία και η ολιγόωρη παραμονή στην παραλία για τις μεγαλύτερες ηλικίες να λειτουργούν προστατευτικά έναντι του κινδύνου ηλιακού εγκαύματος σε αυτές τις ηλικίες.

Η μεγαλύτερη επίπτωση νυγμού από έντομα που παρατηρήθηκε στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές (μη εκτεθειμένους) αποδίδεται στην κατ' ουσία εισβολή των ανθρώπων στο φυσικό περιβάλλον (ζωτικό χώρο) των εντόμων και την απουσία του προστατευτικού ρουχισμού από τους κολυμβητές.

Η αλλεργική δερματίτιδα ή το έκζεμα ως αποτέλεσμα της παρουσίας εντόμων, αλλεργιογόνων στο νερό ή την άμμο και της δράσης της ηλιακής ακτινοβολίας (φωτοαλλεργική ή φωτοτοξική δερματίτιδα) δικαιολογεί τον μεγαλύτερο κίνδυνο ανάμεσα στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές.

Οι φλεγμονές δέρματος είναι φυσικό επακόλουθο εκδορών ή τομών του δέρματος που στη συνέχεια επιμολύνονται. Το περιβάλλον βρίθει παθογόνων μικροβίων ή ευκαιριακά παθογόνων που μπορούν να επιμολύνουν τραυματισμένους ιστούς. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος εμφάνισης φλεγμονών του δέρματος που παρατηρήθηκε στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη εκτεθειμένους, αν και ήταν χωρίς στατιστική σημαντικότητα, βρίσκεται σε συμφωνία με την βιβλιογραφία (*WHO, 2003*).

Οι μυκητιασικής αιτιολογίας κολπίτιδες ευνοούνται από τη θερμοκρασία και την υγρασία μετά την κολύμβηση ενώ αποτελούν κοινό αίτιο κολπίτιδας στις γυναίκες. Στις κολυμβήτριες παρατηρήθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος, εντούτοις δεν ήταν στατιστικά σημαντικά. Η συσχέτιση της κολύμβησης με ουρολοιμώξη ήταν οριακή και χωρίς στατιστική σημαντικότητα ενώ επιπρόσθετα τα υπάρχοντα επιστημονικά δεδομένα δεν υποστηρίζουν μια τέτοια συσχέτιση ανάμεσα στην κολύμβηση και τις ουρολοιμώξεις.

Στους κολυμβητές διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά αυξημένος κίνδυνος για την αναζήτηση ιατρικής βοήθειας και επίσκεψης σε φαρμακείο ή χρήσης

φαρμάκου (για τα συμπτώματα ή νοσήματα που περιγράφηκαν και σχετίζονται με την κολύμβηση) σε σχέση με τους μη κολυμβητές. Παράλληλα, δε διαπιστώθηκε συσχέτιση ανάμεσα στην κολύμβηση και τον κλινικοστατισμό εξαιτίας μιας νόσου σχετική με την κολύμβηση. Συμπεραίνει κανείς εμμέσως ότι υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος για νόσο στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές και ότι η αυξημένη νοσηρότητα που παρατηρείται στους κολυμβητές σχετίζεται με νοσήματα ήπιας ή μέτριας κλινικής βαρύτητας. Ασφαλώς η κολύμβηση σχετίζεται με πιο σοβαρά νοσήματα όπως λ.χ. αναφυλαξία, κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, κακώσεις της σπονδυλικής στήλης, πνιγμός, όμως η επίπτωση τους παραμένει χαμηλή, τουλάχιστον χαμηλότερη της αναλογίας 1:4000 σύμφωνα με την έρευνα.

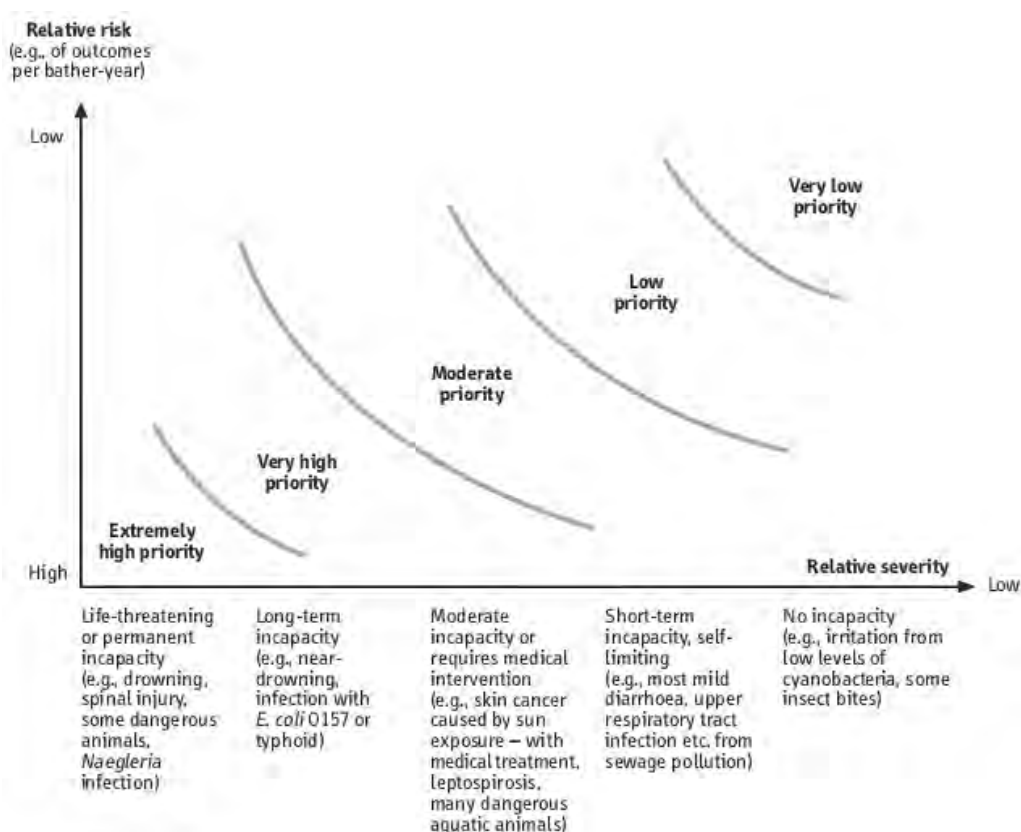
Παρόλο που οι τρεις παραλίες χαρακτηρίζονταν από μικροβιολογικής άποψης εξαιρετικής ποιότητας, η παραλία του Στομίου (παραλία Α) χαρακτηρίζονταν από υψηλότερες συγκεντρώσεις σε μικροβιακές παραμέτρους σε σχέση με τις παραλίες της Κουτσουπιάς και της Βελίκας (παραλίες Β και Γ) και συνεπώς χαρακτηρίστηκε ως παραλία υψηλού κινδύνου για την παρουσία κοπρανώνδους μόλυνσης ενώ οι παραλίες Β και Γ ως χαμηλού κινδύνου. Η συγκριτική ανάλυση της επίπτωσης των νοσημάτων στους κολυμβητές σε σχέση με τις παραλίες και τα σημεία δειγματοληψίας κατέληξε σε ανατρεπτικά αποτελέσματα. Οι κολυμβητές στις παραλίες χαμηλού κινδύνου για την παρουσία κοπρανώνδους μόλυνσης (παραλίες Β και Γ) εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο κίνδυνο για τις αναπνευστικές λοιμώξεις σε σύγκριση με τους κολυμβητές της παραλίας υψηλού κινδύνου για την παρουσία κοπρανώνδους μόλυνσης (παραλία Α) τόσο στη μονοπαραγοντική όσο και τη πολυπαραγοντική ανάλυση (στους ορισμούς νόσου Α και Β). Παρόμοια, οι κολυμβητές στις παραλίες χαμηλού κινδύνου (παραλίες Β και Γ) εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο κίνδυνο για γαστρεντερίτιδα στη μονοπαραγοντική και την πολυπαραγοντική ανάλυση (στον ορισμό Β). Παράλληλα, διαπιστώθηκε μεγαλύτερος κίνδυνος στις ωτίτιδες (στατιστικά σημαντική μόνο στον ορισμό Α της μονοπαραγοντικής και της πολυπαραγοντικής ανάλυσης) ενώ δεν παρατηρήθηκαν αξιόλογες διαφορές στις οφθαλμοπάθειες και τις δερματοπάθειες. Η αυξημένη επίπτωση νοσημάτων των κολυμβητών στις παραλίες Β και Γ σε σύγκριση με τους κολυμβητές της παραλίας Α, ενισχύεται επιπρόσθετα από το στατιστικά σημαντικό μεγαλύτερο κίνδυνο επίσκεψης των κολυμβητών αυτών των ακτών σε ιατρό ή φαρμακείο για την αναζήτηση βοήθειας σχετική με κάποιο από τα παραπάνω νοσήματα. Ερμηνεία για τα παραπάνω αποτελέσματα μπορεί να δώσει ο μεγαλύτερος συγχρωτισμός (η αυξημένη πυκνότητα των κολυμβητών) που διαπιστώθηκε στις παραλίες Β και Γ σε σύγκριση με την παραλία Α. Ο συγχρωτισμός μπορεί να ερμηνεύσει πλήρως την αυξημένη επίπτωση (σχεδόν διπλάσια) στις λοιμώξεις του αναπνευστικού που παρατηρήθηκε στις παραλίες αυτές καθώς κατά κανόνα τα παθογόνα αίτια των αναπνευστικών νοσημάτων είναι αερομεταφερόμενα. Ο συγχρωτισμός, επίσης, μπορεί να δώσει ερμηνεία για την αυξημένη επίπτωση στις γαστρεντερίτιδες και στις ωτίτιδες που παρατηρήθηκε καθώς τη στιγμή της κολύμβησης εκπλένονται παθογόνα μικρόβια του σώματος στο θαλασσινό νερό. Το εύρημα αυτό ενισχύεται από τις εργαστηριακές μετρήσεις καθώς οι παραλίες Β και Γ, με αυξημένο συγχρωτισμό, χαρακτηρίζονται και από τις υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων *S.aureus* (cfu/100mL) στο θαλασσινό νερό.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ

Θεωρητικό Μοντέλο αξιολόγησης των ακτών κολύμβησης

Στους στόχους της διδακτορικής διατριβής περιλαμβάνονταν η δημιουργία ενός θεωρητικού μοντέλου αξιολόγησης όλων των παραγόντων κινδύνου (φυσικών και περιβαλλοντικών) που μπορούν να επηρεάσουν την υγεία των λουομένων. Το μοντέλο αυτό προβλέπει, μετά την εκτίμηση των παραπάνω παραγόντων, την κατάταξη των ακτών κολύμβησης με βάση τον πιθανό κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου. Στην πορεία της διατριβής θεωρήθηκε επιστημονικά πιο έγκυρο αυτό το μοντέλο αξιολόγησης να μη στηριχθεί μόνο στα δεδομένα της βιβλιογραφίας αλλά να ληφθούν επιπρόσθετα υπόψη τα αποτελέσματα της ανάλυσης των μετρήσεων ποιότητας τους ΥΠΕΧΩΔΕ των ετών 1997-2006 και της επιδημιολογικής μελέτης σειράς στους λουόμενους.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας προτείνει ένα μοντέλο εκτίμησης κινδύνου για την υγεία των λουομένων στις ακτές αναψυχής που βασίζεται σε ένα συνδυασμό ανάμεσα στη βαρύτητα της βλάβης που προκαλείται στην υγεία του λουόμενου εξαιτίας ενός κινδύνου και τη συχνότητα (πιθανότητα) εμφάνισης του κινδύνου αυτού (WHO, 2003) [Εικόνα 5].



Εικόνα 5. Σχηματική προσέγγιση εκτίμησης κινδύνων για την υγεία σε ύδατα αναψυχής. Πηγή: *Guidelines for safe recreational water environments, WHO*

Συνεπώς ένα νόσημα χαμηλής κλινικής βαρύτητας και χαμηλού σχετικού κινδύνου (επιπολασμού) είναι μικρότερης σημασίας σε σχέση με ένα άλλο νόσημα μεγαλύτερης κλινικής σημασίας ή μεγαλύτερου σχετικού κινδύνου. Ο πνιγμός, η κάκωση της σπονδυλικής στήλης ή της κεφαλής, η αναφυλαξία, η επίθεση από καρχαρία είναι μερικά νοσήματα που βρίσκονται υψηλά στην ιεραρχία ως σημαντικοί κίνδυνοι σε αυτήν την προσέγγιση εκτίμησης κινδύνων. Το παραπάνω μοντέλο εκτίμησης κινδύνου λαμβάνει υπόψη, για κάθε παραλία, κρίσιμα δεδομένα όπως την παρουσία φυσικών και τεχνητών κινδύνων, την κλινική βαρύτητα ενός κινδύνου στην υγεία των λουομένων, την δυνατότητα επανορθωτικών μέτρων από το διαχειριστικό φορέα για την αντιμετώπιση των κινδύνων, τη συχνότητα χρήσης της παραλίας, τον αριθμό των επισκεπτών και το επίπεδο των υποδομών στην παραλία (WHO, 2003).

Τα δεδομένα για την εκτίμηση των κινδύνων που διατρέχουν οι λουόμενοι στη χώρα μας μπορούν να προέλθουν από τα δεδομένα καταγραφής των θανάτων και νοσηρότητας της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΣΥΕ), τις εκτιμήσεις του επιπολασμού των διαφόρων νοσημάτων από νοσοκομεία ή Κέντρα Υγείας, ιατρεία οργανωμένων χώρων αναψυχής, αποτελέσματα διαφόρων Επιδημιολογικών μελετών και από τα αρχεία καταγραφής συμβάντων, όπως για παράδειγμα των ατυχημάτων και κακώσεων, των διαχειριστικών φορέων ή των υπευθύνων των παραλιών.

Η εφαρμογή των Κοινοτικών Οδηγιών 2000/60/ΕΕ και 2006/7/ΕΕ μπορεί να βοηθήσει προς την κατεύθυνση της εκτίμησης κινδύνου στους λουόμενους καθώς προβλέπουν τον προσδιορισμό της ταυτότητας των υδάτων (water profile) κάθε παραλίας κολύμβησης. Η ταυτότητα των υδάτων περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των φυσικών, γεωγραφικών, υδρολογικών χαρακτηριστικών των υδάτων κολύμβησης καθώς και τον εντοπισμό και αξιολόγηση των ενδεχόμενων αιτιών ρύπανσης. Επιπρόσθετα, προβλέπει την αξιολόγηση της δυνατότητας ανάπτυξης των κυανοβακτηριδίων και τη δυνατότητα ανάπτυξης των μακροφυκών/φυτοπλαγκτού. Επίσης, σε περίπτωση κινδύνου βραχυπρόθεσμης ρύπανσης απαιτεί να προσδιορίζεται η φύση, η συχνότητα, η διάρκεια και άλλες αιτίες ρύπανσης, τα διαχειριστικά μέτρα και το χρονοδιάγραμμα εξάλειψής τους.

Από την ανάλυση των μετρήσεων ποιότητας των υδάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ των ετών 1997-2006 προκύπτει αυξημένος κίνδυνος για την παρουσία στο θαλασσινό νερό των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης μετά τη βροχόπτωση (την προηγούμενη και την ίδια ημέρα), παρουσία φαινόλης (κακοσμίας) και θαλασσοταραχής. Επιπρόσθετα, ο μεγαλύτερος κίνδυνος για την παρουσία στο θαλασσινό νερό των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης παρατηρείται όταν υπάρχει συνδυασμός διαφόρων παραμέτρων μόλυνσης. Οι πιο αυξημένες συγκεντρώσεις των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης στο θαλασσινό νερό παρατηρούνται σε περιπτώσεις ταυτόχρονης παρουσίας βροχόπτωσης, οσμής φαινόλης και έντονου κυματισμού [απόλυτος κίνδυνος (AR)=42,8%, σχετικός κίνδυνος (RR)=3,18, CI=2,98-3,38, $p<0,001$]. Ο συνδυασμός της βροχής με άλλες παραμέτρους χαρακτηρίζεται από τους συγκριτικά υψηλότερους απόλυτους και σχετικούς κινδύνους. Στις μικροβιολογικές παραμέτρους (βακτηριακοί δείκτες μόλυνσης) οι υψηλότεροι απόλυτοι κίνδυνοι (AR) παρατηρήθηκαν στην παρουσία των Εντερόκοκκων (οσμή φαινόλης: AR=22,2%, βροχόπτωση την ίδια ημέρα: AR=23,1%, βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα: AR=23,5%, κυματισμός :AR=16%, σκουπίδια: AR=15.4%) και στην παρουσία των ολικών κολοβακτηροειδών (οσμή

φαινόλης: AR=23,1%, βροχόπτωση την προηγούμενη ημέρα:AR=19%, βροχόπτωση την ίδια ημέρα AR=19,7%, κυματισμός: AR=11,5%, σκουπίδια: AR=9,9%). Τα παραπάνω αποτελέσματα ενισχύουν την αξία των Εντερόκοκκων σαν τον πιο σημαντικό βακτηριακό δείκτη μόλυνσης στα θαλασσινά ύδατα. Σημαντικό, επίσης, είναι ότι η ταυτόχρονη παρουσία της βροχόπτωσης την προηγούμενη ημέρα, οσμή φαινόλης και κυματισμού συνοδεύονταν από απόλυτο κίνδυνο 35% (RR=3.84, CI=3.54-4.16) για την παρουσία Εντερόκοκκων.

Ο προσδιορισμός των μακροφυκών και των θαλάσσιων αγγειόσπερμων αναφορικά με το είδος τους θα πρόσφερε χρήσιμα στοιχεία για την ποιότητα των θαλάσσιων υδάτων καθώς υπάρχουν στοιχεία που συσχετίζουν την παρουσία κάποιων ειδών με καθαρά ύδατα (*Posidonia oceanica*) ή με ρυπαρά ύδατα (*Ulva*).

Η επιδημιολογική μελέτη σειράς ανέδειξε αυξημένη επίπτωση νοσηρότητας στους κολυμβητές σε σχέση με τους μη κολυμβητές (μη εκτεθειμένους) σε ποιοτικά άριστα ύδατα που πληρούσαν τα αυστηρότερα όρια της νομοθεσίας. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των λουομένων (η πυκνότητα των λουομένων) σχετιζόταν με αυξημένη συγκέντρωση της μικροβιολογικής παραμέτρου Σταφυλόκοκκου του χρυσίζοντος (*S.aureus*). Παρόλο που ο Σταφυλόκοκκος δεν αποτελεί έναν από τους παραδοσιακούς δείκτες μόλυνσης των υδάτων, εντούτοις, έχει αναγνωριστεί εδώ και χρόνια η αξία του ως ένας πρόσθετος μικροβιακός δείκτης για την εκτίμηση της ποιότητας των υδάτων και ειδικότερα του φορτίου (αριθμού) των λουομένων. Συνεπώς, η παρουσία πολλών λουομένων σε μια ακτή αναψυχής κάνει πολύ πιθανή την ανεύρεση του Σταφυλόκοκκου σε αυτή. Επιπρόσθετα, ο συγχρωτισμός των λουομένων σχετιζόταν με αυξημένη επίπτωση εμφάνισης νοσημάτων και αποτελεί συνεπώς έναν επιβαρυντικό παράγοντα για την ποιότητα των υδάτων αλλά και για τον κίνδυνο νοσηρότητας κατά την κολύμβηση.

Η συστηματική μέτρηση των μικροβιολογικών παραμέτρων αποτελεί σήμερα τη ραχοκοκαλιά ενός οποιουδήποτε συστήματος ελέγχου και παρακολούθησης ενός υδάτινου περιβάλλοντος. Δεδομένου ότι οι καλλιεργητικές μέθοδοι ρουτίνας της απομόνωσης των μικροβιολογικών παραμέτρων μόλυνσης των υδάτων απαιτούν ένα χρονικό διάστημα τριών (3) ημερών για τα τελικά εργαστηριακά αποτελέσματα, τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων ποιότητας του ΥΠΕΧΩΔΕ μας δίνουν την ευκαιρία να εκμεταλλευτούμε απλούς επισκοπικούς δείκτες και παραμέτρους όπως τη βροχόπτωση, την οσμή φαινόλης (κακοσμία), τα σκουπίδια και τον υψηλό κυματισμό. Αυτές οι επισκοπικές παράμετροι προσφέρουν τη δυνατότητα για μια αδρή εκτίμηση του κινδύνου για την παρουσία αυξημένων συγκεντρώσεων των βακτηριακών δεικτών μόλυνσης (μικροβιολογικών παραμέτρων) στο θαλασσινό νερό αυθημερόν και επί τόπου στην παραλία. Η χρήση των επισκοπικών παραμέτρων συμπεριλαμβανομένης επιπλέον της μέτρησης του αριθμού των λουομένων δεν απαιτεί εκπαιδευμένο προσωπικό, είναι άμεση, με ελάχιστο κόστος (προσωπικό που επιθεωρεί) ενώ υποστηρίζεται πλέον επιστημονικά από τους απόλυτους και σχετικούς κινδύνους που ανέδειξε η μελέτη (Papastergiou et al., 2009).

Συμπεράσματα για το θεωρητικό μοντέλο αξιολόγησης των ακτών κολύμβησης

Οι δείκτες της κοπρανώδους μόλυνσης διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στην παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού αλλά και των υδάτων αναψυχής. Η συστηματική μέτρηση τους αποτελεί σήμερα τη ραχοκοκαλιά ενός οποιουδήποτε συστήματος ελέγχου και παρακολούθησης ενός υδάτινου περιβάλλοντος ανεξάρτητα από το εάν πρόκειται για πόσιμο νερό ή ύδατα αναψυχής. Το ιστορικό των μικροβιακών δεδομένων ποιότητας μιας παραλίας μπορεί να δώσει χρήσιμα στοιχεία στην εκτίμηση κινδύνου. Καθώς ο εργαστηριακός προσδιορισμός των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης είναι χρονοβόρος, οι επισκοπικές παράμετροι όπως η βροχόπτωση, η οσμή φαινόλης (κακοσμία), τα σκουπίδια και ο υψηλός κυματισμός μπορούν να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο σε μια άμεση εκτίμηση των μικροβιολογικών κινδύνων στις ακτές αναψυχής και κατά επέκταση της προάσπισης της υγείας των λουομένων στα θαλασσινά ύδατα αναψυχής. Η στήριξη της εκτίμησης κινδύνου μόνο στους μικροβιακούς δείκτες μόλυνσης αποτελούν παράλληλα το αδύναμο στοιχείο του υπάρχοντος συστήματος αξιολόγησης των ακτών καθώς η κοπρανώδης μόλυνση αποτελεί τμήμα των πιθανών κινδύνων που διατρέχουν οι λουόμενοι σε μια παραλία.

Μια νέα προσέγγιση απαιτείται που να περιλαμβάνει προτεραιότητες στην εκτίμηση των κινδύνων της υγείας με προτεραιότητα τη σοβαρότητα των κινδύνων και την επίπτωση τους στους λουόμενους. Επιπρόσθετα, ο μεγάλος αριθμός των λουομένων (συγχρωτισμός) στην παραλία σχετιζόταν με αυξημένη επίπτωση εμφάνισης νοσημάτων και αποτελεί συνεπώς έναν επιβαρυντικό παράγοντα για την ποιότητα των υδάτων αλλά και τον κίνδυνο για εμφάνιση νόσου στους κολυμβητές. Συνεπώς, η θέσπιση ορίου μέγιστου αριθμού φιλοξενίας λουομένων σε μια οργανωμένη παραλία μπορεί να αποτελέσει ένα διαχειριστικό μέτρο που μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη του κινδύνου αυτού. Η δυνατότητα παρέμβασης ή λήψης άμεσων διαχειριστικών μέτρων από ένα διαχειριστικό φορέα για την αντιμετώπιση έκτακτων περιπτώσεων ή ατυχημάτων αποτελεί επίσης μια κρίσιμη παράμετρο. Η αυξημένη επίπτωση νοσηρότητας που ανέδειξε η επιδημιολογική μελέτη σειράς στους κολυμβητές που κολυμπούσαν σε καθαρά ύδατα κάνει επιτακτική την ανάγκη για μια νέα μεθοδολογική προσέγγισης της εκτίμησης κινδύνου (risk assessment approach) στα θαλασσινά ύδατα. Εντούτοις, απαιτούνται μελέτες προκειμένου να επιβεβαιώσουν την αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου ολοκληρωμένου μοντέλου ταξινόμησης των θαλάσσιων ακτών κολύμβησης.

ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τελικά Συμπεράσματα

- Οι Ελληνικές ακτές παραμένουν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους καθαρές με τις τιμές των μικροβιακών παραμέτρων να βρίσκονται πολύ κάτω από τα προβλεπόμενα όρια της Εθνικής και της Κοινοτικής νομοθεσίας.
- Μικρή αλλά σταθερή αύξηση της συγκέντρωσης των Εντερόκοκκων στο θαλασσινό νερό κατά τη χρονική περίοδο 1997-2006 εγείρουν μια ανησυχία και προβληματισμό για το μέλλον της ποιότητας των Ελληνικών ακτών αναψυχής.
- Η σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης (ολικά κολοβακτηροειδή, θερμοανθεκτικά κολοβακτηροειδή, *E.coli*, Εντερόκοκκοι) από τους μήνες Μάιο έως Αύγουστο μπορεί να ερμηνευθεί από την προσέλευση μεγάλου αριθμού κολυμβητών και από τη μόλυνση των υδάτων από παρακείμενες στην παραλία εγκαταστάσεις.
- Επισκοπικές παράμετροι, όπως η βροχόπτωση (την προηγούμενη και την ίδια ημέρα), η οσμή φαινόλης (κακοσμία), ο υψηλός κυματισμός και η παρουσία σκουπιδιών (απορριμμάτων) σχετίζονται με αυξημένες συγκεντρώσεις όλων των μικροβιολογικών παραμέτρων στα θαλασσινά ύδατα αναψυχής. Συνδυασμός των παραπάνω επισκοπικών παραμέτρων συνοδεύεται από τους πιο αυξημένους απόλυτους και σχετικούς κινδύνους για την παρουσία αυξημένων συγκεντρώσεων των μικροβιολογικών παραμέτρων στα ύδατα. Ανάμεσα τους ξεχωρίζουν οι διάφοροι συνδυασμοί της βροχόπτωσης με άλλες επισκοπικές παραμέτρους.
- Η άμμος χαρακτηρίζεται από υψηλότερες συγκεντρώσεις μικροβιολογικών παραμέτρων σε σχέση με τα ύδατα. Εξακολουθούν όμως να παραμένουν αναπάντητα ερωτήματα για το ρόλο της άμμου στην υγεία των λουομένων. Παρόλο αυτά είναι σαφές ότι η άμμος στις παραλίες αποτελεί μια δεξαμενή παθογόνων μικροβίων, συχνά με πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μικροβίων σε σύγκριση με τα θαλασσινά ύδατα.
- Η επιδημιολογική μελέτη σειράς που διενεργήθηκε το καλοκαίρι του 2008 ανέδειξε αυξημένη επίπτωση στους κολυμβητές για την εμφάνιση ατυχημάτων και κακώσεων, αναπνευστικών λοιμώξεων, γαστρεντερίτιδες, ωτίτιδες, οφθαλμοπάθειες και δερματοπαθειών σε σύγκριση με τους μη εκτεθειμένους (μη κολυμβητές). Αυτά παρατηρήθηκαν παρά το γεγονός ότι οι κολυμβητές κολυμπούσαν σε ύδατα που πληρούσαν τα πιο αυστηρά όρια της ποιότητας των θαλασσινών υδάτων της Εθνικής και Κοινοτικής νομοθεσίας.
- Η αυξημένη επίπτωση που παρατηρήθηκε στους κολυμβητές σε σύγκριση με τους μη κολυμβητές για την επίσκεψη σε ιατρό, φαρμακοποιό και χρήση φαρμάκου για τα νοσήματα που σχετίζονται με

την κολύμβηση επιβεβαιώνει εμμέσως τον αυξημένο κίνδυνο που διατρέχουν οι κολυμβητές

- Τα νοσήματα που παρατηρούνται στους κολυμβητές είναι από ήπιας έως μέτριας βαρύτητας.
- Ο συγχρωτισμός των κολυμβητών στις ακτές είναι μια καθοριστικής σημασίας παράμετρος που επηρεάζει την πιθανότητα νόσησης στους κολυμβητές. Οι κολυμβητές που κολυμπούσαν σε ακτές όπου επικρατούσε μεγαλύτερος συγχρωτισμός κολυμβητών εμφάνισαν μεγαλύτερο κίνδυνο για την εμφάνιση νοσημάτων του αναπνευστικού, γαστρεντερίτιδας και ωτίτιδας σε σύγκριση με τους κολυμβητές που κολυμπούσαν σε παραλίες που ο συγχρωτισμός των κολυμβητών ήταν χαμηλότερος.
- Η ίδια η κολύμβηση είναι μια παράμετρος που από μόνη της διαταράσσει τους φυσικούς προστατευτικούς μηχανισμούς του σώματος, μεταβάλλει την ανοσολογία του και κατά επέκταση συμβάλλει εμμέσως σε αυξημένη νοσηρότητα στους κολυμβητές.
- Η αυξημένη επίπτωση νοσηρότητας των κολυμβητών σε καθαρά ύδατα σε συνδυασμό με την υπάρχουσα χρονοβόρα εργαστηριακή μεθοδολογία της μικροβιολογικής εκτίμησης της ποιότητας των θαλασσινών υδάτων κάνει επιτακτική την ανάγκη για μια νέα μεθοδολογική προσέγγιση της εκτίμησης κινδύνου (risk assessment approach) στα θαλασσινά ύδατα. Η νέα αυτή προσέγγιση πρέπει να βασίζεται στην κλινική βαρύτητα των νοσημάτων, το σχετικό κίνδυνο εμφάνισης ενός νοσήματος στους κολυμβητές, τον προσδιορισμό της ταυτότητας των υδάτων των ακτών (water profile), τη χρήση επισκοπικών παραμέτρων μόλυνσης (βροχόπτωση, οσμή φαινόλης σκουπίδια, υψηλό κυματισμός και συγχρωτισμό των κολυμβητών) και τη δυνατότητα παρέμβασης ή λήψης άμεσων διαχειριστικών μέτρων από ένα διαχειριστικό φορέα για την αντιμετώπιση έκτακτων περιπτώσεων ή ατυχημάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Περίληψη και συμπεράσματα

Οι λουόμενοι στις θαλάσσιες ακτές κολύμβησης διατρέχουν κινδύνους, που προέρχονται από αίτια που σχετίζονται με τον κολυμβητή, την συμπεριφορά του (πνιγμός, ατυχήματα, κακώσεις κ.ά.), τους φυσικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμότητα, κρύο, διαμόρφωση ακτής, κυματισμός, μικρόβια, ρύποι, κ.ά.).

Οι επιδημιολογικές μελέτες σειράς ανέδειξαν στο παρελθόν ότι οι κολυμβητές κινδυνεύουν από μια σειρά νοσημάτων όπως γαστρεντερίτιδες και οξείες εμπύρετες λοιμώξεις του αναπνευστικού (AFRI= Acute Febrile Respiratory Illness). Ελάχιστες μελέτες ανέδειξαν συσχέτιση με ωτίτιδες, οφθαλμοπάθειες και λοιμώξεις του δέρματος. Παράλληλα, στη βιβλιογραφία περιγράφονται επιπρόσθετοι κίνδυνοι που διατρέχουν οι λουόμενοι όπως τα ατυχήματα, οι κακώσεις, οι πτώσεις, ο πνιγμός, η μικροβιακή μόλυνση των υδάτων, τα κυανοβακτήρια, η ηλιακή ακτινοβολία, το κρύο, η ζέστη, οι αλλεργίες, τα έντομα, τα ζώα, οι διάφοροι αισθητικοί παράγοντες, η χημική μόλυνση των υδάτων, οι έμμεσοι παράγοντες που διαμορφώνουν το περιβάλλον και το κλίμα μιας περιοχής, ο συγχρωτισμός των κολυμβητών και οι παράγοντες που σχετίζονται με την ανοσιακή κατάσταση του λουομένου.

Υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των διάφορων παραγόντων που επηρεάζουν την επιβίωση των βακτηριδίων στα ύδατα. Στα ρηχά και διάφανα ύδατα όπου κολυμπούν συνήθως οι λουόμενοι ο κύριος μηχανισμός αδρανοποίησης των βακτηρίων είναι η ηλιακή ακτινοβολία και δευτερευόντως η θερμοκρασία.

Η πολυετής χρήση των κλασικών δεικτών μόλυνσης των υδάτων, τα ολικά κολοβακτηροειδή (total coliforms), τα κολοβακτηροειδή κοπρανώδους προέλευσης (faecal coliforms), το κολοβακτηρίδιο (*E.coli*) και οι Εντερόκοκκοι, ως καθημερινό εργαλείο στη συστηματική παρακολούθηση της εκτίμησης της ποιότητας των υδάτων έχουν αποδείξει τη διαχρονική τους αξία ως ένα μέσο εκτίμησης της ποιότητας αυτών. Οι Εντερόκοκκοι αποτελούν τον καλύτερο βακτηριακό δείκτη για την παρουσία κοπρανώδους μόλυνσης στα θαλάσσια ύδατα αναψυχής ενώ επιπρόσθετα διαθέτουν, σε σύγκριση με τους άλλους βακτηριακούς δείκτες, την καλύτερη συσχέτιση με τους κινδύνους για την υγεία των λουομένων.

Η μικροβιολογική ανάλυση των υδάτων βασίζεται στη δειγματοληψία και την εξέταση μιας σχετικά πολύ μικρής ποσότητας ύδατος σε σχέση πάντοτε με τον πολύ μεγάλο όγκο του νερού. Όλα τα αποτελέσματα και οι μέθοδοι στηρίζονται σε στατιστικές παραδοχές, ότι οι μικροοργανισμοί στα νερό και το δείγμα είναι ομοιογενώς κατανομημένοι και η αναγωγή των μικροβίων γίνεται σε συγκέντρωσή τους ανά συγκεκριμένο όγκο ύδατος. Η μέθοδος διήθησης μέσω της μεμβράνης αποτελεί την καλύτερη διαθέσιμη μέθοδο ρουτίνας για τη μέτρηση των μικροβίων στα ύδατα. Οι νέες μέθοδοι μοριακής ταυτοποίησης μικροβίων στα ύδατα αναψυχής προσφέρουν το πλεονέκτημα της ταχείας ταυτοποίησης των μικροβίων, συχνά εντός ολίγων ωρών, διαθέτουν όμως σοβαρά μειονεκτήματα αξιοπιστίας και υψηλό κόστος.

Η νέα Ευρωπαϊκή οδηγία 2006/7/ΕΕ επιβάλλει πλέον τη μέτρηση μόλις δυο μικροβιολογικών παραμέτρων στο νερό (τους Εντερόκοκκους [IE] και τα Κολοβακτηρίδια [EC] σε cfu/ 100mL) και τις επισκοπικές (μακροσκοπικές)

επιθεωρήσεις της ακτής αντί των 19 υπό παρακολούθηση παραμέτρων της υπό διαδικασίας κατάργησης Οδηγίας του 1976. Επιπρόσθετα, προσφέρει δυνατότητες ευελιξίας στις δειγματοληψίες των υδάτων.

Προκειμένου να εκτιμηθεί η ποιότητα των υδάτων των Ελληνικών ακτών κολύμβησης χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών μετρήσεων των υδάτων των ετών 1997-2006 (δεδομένα ΥΠΕΧΩΔΕ). Οι Ελληνικές ακτές σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραμένουν στο μεγαλύτερο ποσοστό καθαρές με τις τιμές των μικροβιολογικών παραμέτρων να βρίσκονται πολύ κάτω από τα προβλεπόμενα όρια της Εθνικής και της Κοινοτικής νομοθεσίας. Εντούτοις, μια μικρή αλλά σταθερή αύξηση της συγκέντρωσης των Εντερόκοκκων στο θαλασσινό νερό κατά τη χρονική περίοδο 1997-2006 εγείρει ανησυχία και προβληματισμό για το μέλλον της ποιότητας των Ελληνικών ακτών αναψυχής. Επιπρόσθετα, η σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης των μικροβιακών δεικτών μόλυνσης από τους μήνες Μάιο έως Αύγουστο μόνο από την προσέλευση μεγάλου αριθμού κολυμβητών μπορεί να ερμηνευθεί. Διάφορες επισκοπικές παράμετροι, όπως η βροχόπτωση (την προηγούμενη και την ίδια ημέρα), η οσμή φαινόλης (κακοσμία), ο υψηλός κυματισμός και η παρουσία σκουπιδιών σχετίζονται με αυξημένες συγκεντρώσεις όλων των μικροβιακών παραμέτρων στα θαλασσινά ύδατα αναψυχής.

Μια επιδημιολογική μελέτη σειράς που διενεργήθηκε το καλοκαίρι του 2008 σε τρεις παραλίες του Νομού Λάρισας. Με τη βοήθεια συνεντευκτών οι κολυμβητές συμπλήρωσαν ένα ανώνυμο ερωτηματολόγιο που αποτελούνταν συνολικά από 26 ερωτήσεις και διακρίνονταν σε δυο μέρη. Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου περιείχε ερωτήσεις σχετικά με δημογραφικά δεδομένα, τις κολυμβητικές συνήθειες και την συμπεριφορά των κολυμβητών. Έπειτα από 10 ημέρες ακολούθησε τηλεφωνική επικοινωνία με τους κολυμβητές όπου συμπληρωνόταν το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου. Οι κολυμβητές ρωτήθηκαν για την εμφάνιση συγκεκριμένων κλινικών σημείων και συμπτωμάτων διαφόρων νοσημάτων που σχετίζονται με την κολύμβηση. Παράλληλα, επιλέχθηκαν τυχαία μη εκτεθειμένοι (μη κολυμβητές) που ρωτήθηκαν με τηλεφωνική συνέντευξη για την εμφάνιση ακριβώς των ίδιων συμπτωμάτων και κλινικών σημείων που ρωτήθηκαν οι κολυμβητές. Παράλληλα, τις ημέρες της μελέτης συλλέγονταν δείγματα νερού και άμμου από τις παραλίες. Συνολικά συλλέχθηκαν 149 δείγματα νερού και 152 δείγματα άμμου. Από το σύνολο των 4.293 λουομένων (κολυμβητών) που προσεγγίστηκαν στις παραλίες τελικώς έλαβαν μέρος στη μελέτη 3.968 (ποσοστό ανταπόκρισης 92,5%) και 572 μη εκτεθειμένοι (μη κολυμβητές). Τα εργαστηριακά αποτελέσματα ανέδειξαν ότι και οι τρεις παραλίες εκπλήρωναν τα πιο αυστηρά κριτήρια ποιότητας των θαλασσινών υδάτων της Ελληνικής και Ευρωπαϊκής νομοθεσίας (ποιότητα υδάτων εξαιρετική). Η μονοπαραγοντική και η πολυπαραγοντική στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας ανέδειξε στατιστικά σημαντικά αυξημένη επίπτωση στους κολυμβητές για την εμφάνιση ατυχημάτων και κακώσεων, λοιμώξεων του αναπνευστικού, γαστρεντερίτιδων, λοιμώξεων των αυτιών και των οφθαλμών καθώς και δερματοπαθειών σε σύγκριση με τους μη εκτεθειμένους (μη κολυμβητές). Επιπρόσθετα, η αυξημένη επίπτωση που παρατηρήθηκε στους κολυμβητές σε σύγκριση με τους μη κολυμβητές για επίσκεψη σε ιατρό, φαρμακοποιό και χρήση φαρμάκου για τα νοσήματα που σχετίζονται με την κολύμβηση επιβεβαιώνει εμμέσως τον αυξημένο κίνδυνο για νόσο που διατρέχουν οι

κολυμβητές. Το παραπάνω σε συνδυασμό με τη διαπίστωση ότι οι κολυμβητές δεν παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο κλινοστατισμού ή νοσηλείας σε νοσοκομείο, σε σύγκριση με τους μη εκτεθειμένους, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα συμπτώματα και νοσήματα που παρατηρούνται στους κολυμβητές είναι από ήπιας έως μέτριας βαρύτητας. Αναδεικνύεται πλέον σαφώς ότι η υγεία των λουομένων των θαλασσινών υδάτων αναψυχής βρίσκεται σε κίνδυνο ακόμα και σε καθαρές ως προς τη μικροβιολογική ποιότητα ακτές. Άλλοι παράγοντες πέραν της μικροβιολογικής ποιότητας των υδάτων διαδραματίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στη νοσηρότητα των λουομένων στις ακτές με καθαρά ύδατα.

Η συγκριτική ανάλυση της επίπτωσης νοσημάτων σε κολυμβητές, σε σχέση με τις παραλίες, απέδειξε ότι ο συγχρωτισμός των κολυμβητών στις ακτές είναι μια καθοριστική παράμετρος που επηρεάζει σαφώς την πιθανότητα νόσησης των κολυμβητών. Οι λουόμενοι που κολυμπούσαν σε ακτές όπου επικρατούσε συγκριτικά μεγαλύτερος συγχρωτισμός κολυμβητών εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο κίνδυνο για την εμφάνιση νοσημάτων του αναπνευστικού, γαστρεντερίτιδες και ωτίτιδες σε σύγκριση με τους κολυμβητές που κολυμπούσαν σε ακτές όπου ο συγχρωτισμός των κολυμβητών ήταν χαμηλότερος.

Επιπρόσθετα, η ίδια η κολύμβηση είναι μια παράμετρος που από μόνη της διαταράσσει τους φυσικούς προστατευτικούς μηχανισμούς του σώματος, μεταβάλλει την ανοσολογία του και κατά επέκταση συμβάλλει εμμέσως σε αυξημένη νοσηρότητα στους κολυμβητές.

Η αυξημένη επίπτωση νοσηρότητας των κολυμβητών σε ύδατα εξαιρετικής ποιότητας σε συνδυασμό με την υπάρχουσα χρονοβόρα εργαστηριακή μεθοδολογία της μικροβιολογικής εκτίμησης της ποιότητας των θαλασσινών υδάτων κάνει επιτακτική την ανάγκη για μια νέα μεθοδολογική προσέγγιση της εκτίμησης κινδύνου (risk assessment approach) στα θαλασσινά ύδατα. Η νέα αυτή προσέγγιση πρέπει να βασίζεται στην κλινική βαρύτητα των νοσημάτων, τον σχετικό κίνδυνο εμφάνισης ενός νοσήματος στους κολυμβητές, τον προσδιορισμό της ταυτότητας των υδάτων των ακτών (water profile), τη χρήση επισκοπικών παραμέτρων μόλυνσης (βροχόπτωση, οσμή φαινόλης, σκουπίδια, υψηλό κυματισμός και συγχρωτισμό των κολυμβητών) και τη δυνατότητα παρέμβασης ή λήψης άμεσων διαχειριστικών μέτρων από ένα διαχειριστικό φορέα για την αντιμετώπιση έκτακτων περιπτώσεων ή ατυχημάτων.

Summary and conclusions

Summary and conclusions

Human's health while bathing in recreational water will depend from impact of a combination of physical, chemical and biological hazards.

The examination of quality of sea-water bathing areas in Greece over a 10-year period and identifies risk factors for high bacteria indicator organism concentrations. Qualitative descriptive analysis was applied and the microbiological test results of 231,205 water samples were associated with pollution markers and other parameters. Measurements of *E.coli* (99.6%) and Enterococci (100%) were found to be in accordance with the mandatory value guidelines set by the new European Directive. An increasing trend for the yearly mean value of faecal Streptococci was noted. Using logistic regression analysis, phenolic smell (OR=2.10, CI=2.04-2.16), rainfall the day before sampling (OR=1.67, CI=1.64-1.74), high seas (OR=1.42, CI=1.39-1.46) and rainfall on the day of sampling (OR=1.27, CI=1.20-1.33) were positively independently associated with high levels of bacterial indicators (total coliforms, faecal coliforms, faecal Streptococci and *Escherichia coli*). The highest risk, absolute risk value 42.8%, (RR=3.17, CI=2.97-3.38) was measured when previous day-rainfall, phenolic smell and high seas were simultaneously recorded. Such parameters should be further investigated as predetermining factors for the assessment of beach bathing water quality, providing a timely indication of water risk assessment.

During the summer of 2008 a cohort study was conducted including bathers from three different bathing sites in central Greece. Initial questioner and a follow up 10 days later were used. The questioner included information on demographics, bathing behavior, aesthetic issue of the beach, clinical signs and symptoms of diseases related to bathing. Moreover a control group of non bathers with the same residence of the bathers was included in the study. In total, 4,293 bathers were approached. Only 34 bathers in the beach (0.79%) refused to take part in the survey from the beginning and 270 bathers (6.34%) did not respond or refused to take part during the telephone contact in the follow up 10 days later (total response rate=92.45%). In total 149 water

samples and 152 sand samples were collected from the bathing sites on a regular daily basis for the quantitative analysis of bacterial indicators (total coliforms, faecal coliforms, *Enterococci*, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*). Univariate and backward logistic regressions analysis to assess the risk among the bathers compared to non bathers was used. We identify a statistically significant increased risk among swimmers in recreational sea water in comparison to non bathers for injuries, respiratory diseases, gastroenteritis, ear, eye and dermatological diseases. These results were observed despite the excellent bathing water quality. The significant increased risk among bathers in comparison to non bathers for professional medical help such as visiting a doctor or a pharmacist or use of a medication is an indirect proof for higher morbidity among bathers. Furthermore as we found no relation for hospitalization or home care to the above described diseases we can certainly say that the diseases or symptoms related to swimming in recreational seawater are in the most cases of mild or medium severity and certainly not fatally. Other than the water quality factors may play a protagonist factor in health effects among bathers mainly in clean waters. Bathing itself is a reason for increased reported illness among bathers (with mechanism as example such as the loss of protective cerumen as a result of heat, humidity in the ear).

We identify among bathers who were swimming in a high bather density beach there was a significant increased risk for respiratory disease, gastroenteritis and ear infections in relation to bathers who were swimming in beach with lower bather density. Overcrowding of bathers in the beaches is a parameter that explains many of the diseases we observed and certainly plays a protagonist role.

An update of the risk assessment approach in recreational sea waters is needed.

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Analysis of seawater microbiological quality data in Greece from 1997 to 2006: association of risk factors with bacterial indicators

IWA Publishing 2009 Journal of Water and Health (Vol 07 No 3 pp 514–526)

Panagiotis Papastergiou, Varvara Mouchtouri, Maria Karanika, Elina Kostara, Foteini Kolokythopoulou, Nikos Mpitsolas, Angelos Papaioannou, Christos Hadjichristodoulou

Abstract

This study deals with the examination of quality of sea-water bathing areas in Greece over a 10-year period and identifies risk factors for high bacteria indicator organism concentrations. Qualitative descriptive analysis was applied and the microbiological test results of 231,205 water samples were associated with pollution markers and other parameters. Measurements of *E.coli* (99.6%) and *Enterococci* (100%) were found to be in accordance with the mandatory value guidelines set by the new European Directive. An increasing trend for the yearly mean value of faecal *Streptococci* was noted. Using logistic regression analysis, phenolic smell (OR=2.10, CI=2.04-2.16), rainfall the day before sampling (OR=1.67, CI=1.64-1.74), high seas (OR=1.42, CI=1.39-1.46) and rainfall on the day of sampling (OR=1.27, CI=1.20-1.33) were positively independently associated with high levels of bacterial indicators (total coliforms, faecal coliforms, faecal *Streptococci* and *Escherichia coli*). The highest risk (absolute risk value 42.8%, (RR=3.17, CI=2.97-3.38) was measured when previous day-rainfall, phenolic smell and high seas were simultaneously recorded. Such parameters should be further investigated as predetermining factors for the assessment of beach bathing water quality, providing a timely indication of water risk assessment.

Health effects on bathers from exposure to recreational seawater in the Mediterranean

(currently under review)

Panagiotis Papastergiou, Varvara Mouchtouri, Nikos Mpitsolas, Antonis Katsioulis, Andreas Tsakalof, Christos Hadjichristodoulou

Abstract

Introduction: Notwithstanding epidemiological studies have been carried out in an attempt to define the health effects from exposure to recreational water still questions are remaining. Our objective was to examine the health effects on bathers from exposure to recreational seawater with a cohort analytical epidemiological study.

Method: During the summer of 2008 a cohort study was conducted including bathers from three different bathing sites in central Greece. Initial questioner and a follow up 10 days later were used. The questioner included information on demographics, bathing behaviour, aesthetic issue of the beach, clinical signs and symptoms of diseases related to bathing. Moreover a control group of non bathers with the same residence of the bathers was included in the study. Water samples were collected from the bathing sites on a regular daily basis for the quantitative analysis of bacterial indicators. Univariate and backward logistic regressions analysis to asses the risk among the bathers compare to non bathers was used.

Result: In total 3968 bathers and 572 non bathers were included in the study. The water analysis results showed that all 3 beaches to be high quality and conformed to the EU mandatory requirements for bathing water. A statistical significant increased risk for injuries (OR=3.15, CI=1.65-5.98, $p<0.001$), respiratory illness (OR=2.44, CI=1.44-4.16, $p<0.001$), GI illness (OR=3.65, CI=1.33-9.95, $p=0.011$), ear infections (OR=20.33, CI=2.84-145.42, $p=0.003$), eye infections (OR=2.83, CI=1.53-5.25, $p<0.001$) and dermatological diseases (OR=16.28, CI=4.03-65.71, $p<0.001$) was observed. Increased rates for the visiting of a doctor or a pharmacist among bathers have been observed among bathers but not for hospitalization or home care.

Conclusions: An increased incidence of injuries, respiratory diseases, gastroenteritis, ear infections, eye infections and various skin diseases was documented among bathers despite the high quality of the bathing water. Furthermore the diseases or symptoms related to swimming in recreational seawater are in the most cases of mild or medium severity. Other than the water quality factors may play a protagonist factor in health effects related with recreational bathing. An update of the risk assessment approach is needed.

Ορισμοί

Ορισμοί

- **Υδατα κολύμβησης** είναι κάθε στοιχείο επιφανειακών υδάτων όπου η αρμόδια αρχή αναμένει ότι θα κολυμπά μεγάλος αριθμός ατόμων και όπου δεν έχει επιβάλει μόνιμη απαγόρευση της κολύμβησης ή δεν έχει εκδώσει μόνιμη σύσταση κατά της κολύμβησης. Δεν εφαρμόζεται όσον αφορά:
 - α) τα κολυμβητήρια και τις δεξαμενές ιαματικών λουτρών·
 - β) τα περικλειστά ύδατα που υπόκεινται σε επεξεργασία ή χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς·
 - γ) τα τεχνητώς περικλειστά ύδατα, που διαχωρίζονται από τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα.
- **Αρμόδια αρχή** νοείται η αρχή ή οι αρχές που καθορίζουν τα κράτη μέλη προκειμένου να διασφαλίζεται η συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας ή κάθε άλλη αρχή ή φορέας που έχει αναλάβει το ρόλο αυτό.
- **Μόνιμη απαγόρευση** νοείται κάθε απαγόρευση ή σύσταση κατά της κολύμβησης, η οποία διαρκεί τουλάχιστον μια ολόκληρη κολυμβητική περίοδο.
- **Μεγάλος αριθμός** όσον αφορά τους λουομένους, νοείται ο αριθμός που η αρμόδια αρχή θεωρεί ότι είναι μεγάλος, λαμβάνοντας ιδίως υπόψη τις τάσεις που εμφανίσθηκαν κατά το παρελθόν ή την τυχόν παρεχόμενη υποδομή ή εγκαταστάσεις ή άλλα μέτρα που λαμβάνονται για την προώθηση της κολύμβησης.
- **Επιφανειακά ύδατα** είναι τα εσωτερικά ύδατα, εκτός των υπόγειων υδάτων, τα μεταβατικά και τα παράκτια ύδατα, εκτός εάν πρόκειται για τη χημική τους κατάσταση, οπότε περιλαμβάνουν και τα χωρικά ύδατα (Οδηγία 2000/60/ΕΚ).
- **Μεταβατικά ύδατα** είναι συστήματα επιφανειακών υδάτων πλησίον του στομίου ποταμών τα οποία είναι εν μέρει αλμυρά λόγω της γεινιάσής τους με παράκτια ύδατα αλλά τα οποία επηρεάζονται ουσιαστικά από ρεύματα γλυκού νερού (Οδηγία 2000/60/ΕΚ).
- **Παράκτια ύδατα** είναι τα επιφανειακά ύδατα που βρίσκονται στην πλευρά της ξηράς μιας γραμμής, κάθε σημείο της οποίας βρίσκεται σε απόσταση ενός ναυτικού μιλίου προς τη θάλασσα από το πλησιέστερο σημείο της γραμμής βάσης από την οποία μετράται το εύρος των χωρικών υδάτων και τα οποία, κατά περίπτωση, εκτείνονται μέχρι του απώτερου ορίου των μεταβατικών υδάτων (Οδηγία 2000/60/ΕΚ).
- **Κολυμβητική περίοδος** νοείται η περίοδος κατά την οποία αναμένεται η προσέλευση μεγάλου αριθμού λουομένων.

- **Ανάπτυξη κυανοβακτηρίων** νοείται η συσσώρευση κυανοβακτηρίων υπό μορφή εξάνθησης, τάπητα ή αφρού.
- **Πνιγμός (drowning)** ορίζεται η κατάσταση εκείνη η οποία οδηγεί στο θάνατο του ατόμου και που οφείλεται σε ασφυξία που επέρχεται μετά τη βύθιση για ικανό χρονικό διάστημα των εξωτερικών στομών της ρινικής και στοματικής κοιλότητας μέσα σε οποιοδήποτε υγρό μέσο. Αναγκαία συνθήκη για να θεωρηθεί ένα ατύχημα «πνιγμός» είναι να επέλθει ο θάνατος είτε άμεσα μετά το συμβάν, είτε απαραίτητως εντός των πρώτων 24 ωρών.
- **Παρ' ολίγον πνιγμός (near drowning)** είναι η επιβίωση του θύματος για τουλάχιστον 24 ώρες από ένα επεισόδιο πνιγμού. Ο παρ' ολίγον πνιγμός, σύμφωνα με τον ορισμό, είναι ένα γεγονός ικανής σοβαρότητας, ώστε να απαιτήσει ιατρική φροντίδα και συνεπάγεται ουσιώδη νοσηρότητα ή ακόμα και θάνατο, απαραίτητως μετά το πρώτο 24ωρο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alm E.W., Burke J., Spain A. (2003) Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at Freshwater beaches, *Water Res.*, 37:3978-3982.
2. Altwegg M (1999) *Aeromonas* and *lesniomonas*. In: Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover RH, ed. *Manual of Clinical Microbiology*. Washington DC, ASM Press, pp. 507–516.
3. Alucino FA, Orsini P, Carere M, Mastrantonio A (2001) Bacteriological and virological quality of seawater bathing areas along the Tyrrhenian coast. *International Journal of Environmental Health Research*, 11: 5–11.
4. Andersen P (1996) Design and implementation of some harmful algal monitoring systems. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Technical Series No. 44).
5. Anderson, B.C. (1986). Effect of drying on the infectivity of *Cryptosporidia* laden calf feces for 3 to 7 day old mice. *Am J Vet Res* 47, 2272–2273.
6. Arvanitidou M., Kanellou K, Katsouyannopoulos V, Tsakiris A. (2002) Occurrence and densities of fungi from northern Greek coastal bathing waters and their relation with faecal pollution indicators. *Water Res.* 36:5127-31
7. Ashbolt NJ, Ball A, Dorsch M, Turner C, Cox P, Chapman A, Kirov SM (1995) The identification and human health significance of environmental *aeromonads*. *Water Science and Technology*, 31: 263–269.
8. Baden DG, Mende TJ, Poli MA, Block RE (1984) Toxins from Florida's red tide dinoflagellates, *Ptychodiscus brevis*. In: Regelis EP, ed. *Seafood toxins*. Washington, DC, American Chemical Society, pp. 359–367.
9. Belkin Shimshon, Colwell P. Rita (2005): *Oceans and health: pathogens in the marine environment*. ISBN0-387-23709-7 (eBook).
10. Beversdorf, L.J., Bornstein-Forst, S.M. & McLellan, S.L. 2007 The potential for beach sand to serve as a reservoir for *Escherichia coli* and the physical influences on cell die-off. *J. Appl. Microbiol.*, 102, 1372–1381.
11. Bierens JJ, van der Velde EA, van Berkel M, van Zanten JJ (1990) Submersion in the Netherlands: prognostic indicators and resuscitation. *Annals of Emergency Medicine*, 19: 1390–1395.

12. Blanksby BA, Wearne FK, Elliott BC, Biltvich JD (1997) Aetiology and occurrence of diving injuries. A review of diving safety. *Sports Medicine*, 23(4): 228–246.
13. Boehm, A.B., Grant, S.B., Kim, J.H., Mowbray, S.L., McGee, C.D., Clark, C.D., Foley, D.M., & Wellman, D.E. (2002) Decadal and shorter period variability of surfzone water quality at Huntington Beach, California. *Environmental Science & Technology* 36, 3885–3892.
14. Bonde, G.J. (1963) Bacterial Indicators of Water Pollution, Teknisk Forlag, Copenhagen.
15. Bonde, G. J. (1966) Bacteriological Methods for Estimation of Water Pollution. *Health Lab. Sci.*, 3: 124.
16. Branche C, van Beeck E (2003) Epidemiology: an overview. In: Bierens J, ed. Handbook on drowning. Prevention, rescue and treatment. Netherlands, Springer, ISBN: 3-540-43973-0.
17. Brian G, Taylor H (2001) Cataract blindness—challenges for the 21st century. *Bulletin of the World Health Organization*, 79: 249–256.
18. Cabelli VJ (1983) Health Effects Criteria for Marine Recreational Waters (EPA-600/1-80-031), Research Triangle Park NC, USA, US Environmental Protection Agency.
19. Calderon RL, Mood EW & Dufour AP (1991) Health effects of swimmers and non-point sources of contaminated water. *Int J Environ Health Res*, 1, 21–31.
20. Campolini, E. (1921) A Study of Typhoid Fever Incidence in the Health Center District of New Haven. Unpublished Report.
21. Caras RA (1976) Dangerous to man. London, Barrie & Jenkins Ltd., 422 pp.
22. CDC (1986) North Carolina drownings, 1980–1984. US Centers for Disease Control. Morbidity and Mortality Weekly Report, 35: 635–638.
23. CDC (1995) Heat related illnesses and deaths—United States, 1994–95. US Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity and Mortality Weekly Reports, 44(25): 465–468.
24. CDC (2002) Water-related injuries. In: Injury fact book 2001–2002. Atlanta, GA, Centers for Disease Control and Prevention.
25. Chaplin, (1916) Sources and modes of infection. 2d Edition. New York. Committee on Bathing Places, Report.

26. Charoenca, N., & Fujioka, R.S (1993) Assessment of *Staphylococcus* bacteria in Hawaii marine recreational waters. *Water Sci Technol* 27, 283–289.
27. Cinotto, P.J (2005) Occurrence of fecal-indicator bacteria and protocols for identification of fecal-contamination sources in selected reaches of the West Branch Brandywine Creek, Chester County, Pennsylvania. US Geological Survey Scientific Investigations Report 2005–5039.
28. Craig AB Jr (1976) Summary of 58 cases of loss of consciousness during underwater swimming and diving. *Medicine and Science in Sports*, 8(3): 171–175.
29. Daggett PM, Sawyer TK, Nerad TA (1982) Distribution and possible interrelationships of pathogenic and nonpathogenic *Acanthamoeba* from aquatic environments. *Microbial Ecology*, 8: 371–386.
30. Davies, C.M., Long, J.A., Donald, M. and Ashbolt, N.J. (1995) Survival of fecal microorganisms in aquatic sediments of Sydney, Australia. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 1888–1896.
31. Desmarais, T.R., Solo-Gabriele, H.M. & Palmer, C.J. (2002) Influence of soil on fecal indicator organism in a tidally influenced subtropical environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68, 1165–1172.
32. Dietz PE, Baker SP (1974) Drowning. *Epidemiology and prevention. American Journal of Public Health*, 64(4): 303–312.
33. Downes, A., Blunt, T.P. (1877) Researches on the effect of light upon bacteria and other organisms. *Proceedings of the Royal Society of London*, 26, 488–500.
34. Duthie MS, Kimber I, Norval M (1999) The effects of ultraviolet radiation on the human immune system. *British Journal of Dermatology*, 140(6): 995–1009.
35. Eaton A., Clesceri L., Rice E., Greenberg A. (2005) *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 21th edition, 2005, ISBN 0-87553-047-8.
36. Eilers, H., Pernthaler, J., & Amann, R. (2000a) Succession of pelagic marine bacteria during enrichment: A close look at cultivation induced shifts. *Appl Environ Microbiol* 66, 4634–4640.
37. El Sharkawi F, Hassan MNER (1982) The relation between the state of pollution in Alexandria swimming beaches and the occurrence of typhoid among bathers. *Bulletin of the High Institute of Public Health of Alexandria*, 12: 337–351.

- 38.(The) EMPACT beaches project: Results from a study on microbiological monitoring in recreational waters, August 2005, EPA 600/R-04/023.
- 39.EPA (1976) Quality Criteria for Water, Washington DC, USA, US Environmental Protection Agency.
- 40.EPA (1986) Ambient Water Criteria for Water (EPA 440/5-84-002), Washington DC, USA, US Environmental Protection Agency.
- 41.Eriksson JE, Meriluoto JAO, Kujari HP, Osterlund K, Fagerlund K, Hallbom L (1988) Preliminary characterization of a toxin isolated from the cyanobacterium *Nodularia spumigena*. *Toxicon*, 26: 161–166.
- 42.Evstratiou M.A., Mavridou A., Richardson S,C., Papadakis J.A. (1998) *Letters in Applied Microbiology*, 26: 342-346.
- 43.Farmakis T., Spyridopoulos T., Petridou E. (2005) Drowning prevention in childhood: Ten messages of the Greek campaign; *Ann Clin Paediatr* 52:376-380.
- 44.Fattal B, Peleg-Olevsky E, Shuval HI & Agursky T (1987) The association between seawater pollution as measured by bacterial indicators and morbidity among bathers at Mediterranean bathing beaches in Israel. *Chemosphere*, 16, 565–570.
- 45.Fattal, B. & Shuval, H.I. (1998) Epidemiology research on the relationship between the microbial quality of coastal seawater and morbidity among bathers on Israel Mediterranean beaches. In: MAP Technical Report Series vol. 20, United Nations Environment Programme, Athens.
- 46.Fenner PJ, Williamson JA, Skinner RA (1989) Fatal and non-fatal stingray envenomation. *Medical Journal of Australia*, 151: 621–625.
- 47.Ferguson, C.M., Coote, B.G., Ashbolt, N.J. and Stevenson, I.M. (1996) Relationships between indicators, pathogens and water quality in an estuarine system. *Wat. Res.* 30, 2045–2054.
- 48.Ferlay J, Bray F, Pisani P, Parkin DM (2001) GLOBOCAN 2000: Cancer incidence, mortality and prevalence worldwide, Version 1.0. Lyon, IARC Press (IARC Cancer Base No. 5).
- 49.Fewtrell L, Godfree A, Jones F, Kay D, Merrett H (1994) Pathogenic microorganisms in temperate environmental waters. United Kingdom, Samara Press, 207 pp.
- 50.Fisher MS, Kripke ML (1977) Systemic alteration induced in mice by ultraviolet light irradiation and its relationship to ultraviolet carcinogenesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of*

the United States of America, 74: 1688–1692.

51. Fitzpatrick TB, Bolognia JL (1995) Human melanin pigmentation: Role in pathogenesis of cutaneous melanoma. In: Zeise L, Chedekel MR, Fitzpatrick TB, ed. *Melanin: Its role in human photoprotection*. Overland Park, KS, Valdenmar Ed., pp. 239–244.
52. Fleisher JM, Kay D, Salmon RL, Jones F, Wyer MD, Godfree AF (1996a) Marine waters contaminated with domestic sewage: nonenteric illnesses associated with bather exposure in the United Kingdom. *American Journal of Public Health*, 86(9): 1228–1234.
53. Fleisher JM, Kay D, Wyer MD, Godfree AF (1998) Estimates of the severity of illnesses associated with bathing in marine recreational waters contaminated with domestic sewage. *International Journal of Epidemiology*, 27: 722–726.
54. Foulon G, Maurin J, Quoi NN, Martin-Bouyer G. (1983) Etude de la morbidite humaine en relation avec la pollution bacteriologique des eaux de baignade en mer. *Revue Francasise des Schiencs de L'Eau*; 2(2) :127-43.
55. Fujiki H, Ikegami K, Hakii H, Suganuma M, Yamaizumi Z, Yamazato K, Moore RE, Sugimura T (1985) A blue-green alga from Okinawa contains aplysiatoxins, the third class of tumour promoters. *Japanese Journal of Cancer Research (Gann)*, 76: 257–259.
56. Fujiki H, Sueoka E, Suganuma M (1996) Carcinogenesis of microcystins. In: Watanabe M, Harada K, Carmichael W, Fujiki H, ed. *Toxic Microcystis*. Boca Raton, FL, CRC Press, pp. 203–232.
57. Fujioka R.S. (1997) Indicators of marine recreational water quality. In: C.J. Hurst, G.R. Knudsen, M.J. McInerney, L.D. Stetzenbach and M.V. Walter [Eds] *Manual of Environmental Microbiology*. ASM Press, Washington, D.C., 176-183.
58. Fujioka R.S., Hashimoto H.H., Siwak E.B. & Young R.H (1981) Effect of sunlight on survival of indicator bacteria in seawater. *Appl. Environ. Microbiol.*, 41, 690–696.
59. Gawkrödger J. David, *Dermatology* (2003) ISBN 0-443-07140-3
60. Golden, F.St.C. & Hardcastle, P.T (1982) Swimming failure in cold water. *Journal of Physiology*, 330, 60-1P.
61. Golden F.St.C, Tipton MJ, (2002) *Essentials of sea survival*. Champaign, IL, Human Kinetics.

62. Goncalves JR, Brum G, Fernandes A, Biscaia I, Correia MJ, Bastardo J (1992) *Aeromonas hydrophila* fulminant pneumonia in a fit young man. *Thorax*, 47: 482–483.
63. Greensher J (1984) Prevention of childhood injuries. *Pediatrics*, 74: 970–975.
64. Griffin DW, Donaldson K.A, Paul J.H, Rose J.B (2003) Pathogenic Human Viruses in Coastal Waters; *Clin Microbiol Rev*, Jan. 2003, p. 129–143.
65. Gyton AC (1991) Textbook of Medical Physiology, 8th edition.
66. Haas CN, Rose JB, Gerba CP (1999) Quantitative microbial risk assessment. New York, John Wiley & Sons, Inc., 449 pp.
67. Hallegraeff GM (1993) A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, 32(2): 77–99
68. Halliday KE, Norval M (1997) The effect of UV on infectious diseases. *Reviews in Medical Microbiology*, 8(4): 179–188.
69. Halstead, BW (1988) Poisonous and venomous marine animals of the world, 2nd rev. ed. Prince-ton, NJ, Darwin Press, 1168 pp.; 288 plates.
70. Halstead BW, Auerbach PS, Campbell D (1990) A colour atlas of dangerous marine animals. London, Wolfe Medical Publications Ltd., 192 pp.
71. Halstead BW, Modglin RF (1958) Weeverfish stings and the venom apparatus of weevers. *Zeitschrift fur Tropenmedizin und Parasitologie*, 9: 129–146.
72. Hauke L Kite-Powell¹ , Lora E Fleming , Lorraine C Backer , Elaine M Faustman, Porter Hoagland¹ , Ami Tsuchiya , Lisa R Younglove , Bruce A Wilcox and Rebecca J Gast (2008) Linking the oceans to public health: current efforts and future directions; *Environmental Health*, 7(Suppl 2):S6.
73. Health Canada (2001) Microbial data safety sheets. Available on-line: <http://www.hc-sc.gc.ca/pphb-dgspsp/msds-ftss/msds63e.html>.
74. Hill, V (1984) History of diving accidents. In: Proceedings of the New South Wales Symposium on Water Safety. Sydney, New South Wales, Department of Sport and Recreation, pp. 28–33.
75. Holmes P, Niccolls NH, Sartory DP (1996) The ecology of mesophilic *Aeromonas* in the aquatic environment. In: Austin B, Altwegg M, Gosling PJ, Joseph S.

76. Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A. and Bergey, D (1994) *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th edn., Williams and Wilkins, Baltimore, USA. IN: WHO (2005) Library Cataloguing-in-Publication Data Pond, Kathy. Water recreation and disease. Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality / K. Pond (Emerging issues in water and infectious diseases series) 1.Swimming pools 2.Bathing beaches 3.Communicable diseases - transmission 4.Acute disease - epidemiology 5.Water microbiology 6.Disease.reservoirs 7.Severity of illness index 8.Risk factors I.Title II.Series. ISBN 92 4 156305 2 (NLM classification: WA 820), ISSN 1728-2160 , ISBN 1843390663 (IWA Publishing).
77. Howland J, Hingson R (1988) Alcohol as a risk factor for drowning: a review of the literature (1950–1985). *Accident Analysis and Prevention*, 20: 19–25.
78. Howland J, Hingson R, Mangione TW, Bell N, Bak S (1996) Why are most drowning victims men? Sex difference in aquatic skills and behaviours. *American Journal of Public Health*, 86(1):93–96.
79. <http://www.cdc.gov>
80. <http://www.eot.gr/pages.php?pageID=821&langID=1>
81. Hunter, P (1998) *Waterborne Disease.. Epidemiology and Ecology*. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK, New York, USA.
82. Hutchinson, M. and Ridgway, J.W (1977) *Microbiological Aspects of Drinking Water Supplies*, p. 180, Academic Press, London.
83. IARC (1992) *Solar and ultraviolet radiation*. Lyon, International Agency for Research in Cancer (IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, Vol. 55).
84. IEH (2000) *A Review of the Health Effects of Sea Bathing Water.*, MA Muggleston, ED Stutt and L. Rushton, Leicester, UK, *Institute for Environmental and Health*.
85. Janda JM, Abbott SL (1998) Evolving concepts regarding the genus *Aeromonas*: an expanding panorama of species, disease presentations, and unanswered questions. *Clinical Infectious Diseases*, 27: 332–344.
86. Jennison, A.V. and Verma, N.K (2004) *Shigella flexneri* infection: pathogenesis and vaccine development. *FEMS Microbiology Reviews*, 28(1), 43-58.
87. Jerome Goddard (2002) *Physician's guide to arthropods of medical importance / Jerome Goddard.*--4th ed. p. ; cm. Includes bibliographical references and index. ISBN 0-8493-1387-2 (alk. paper) 1. Arthropod vectors. I. Title: Arthropods of medical importance. II. Title. [DNLM: 1.

Arthropod Vectors. 2. Parasitic Diseases. 3. Arthropods--pathogenicity. 4. Bites and Stings--therapy. WC 695 G578p 2002].

88. Jill R Stewart, Rebecca J Gast, Roger S Fujioka, Helena M Solo-Gabriele, J Scott Meschke, Linda A Amaral-Zettler, Erika del Castillo, Martin F Polz, Tracy K Collier, Mark S Strom, Christopher D Sinigalliano, Peter DR Moeller, A Fredrick Holland (2008) The coastal environment and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs, *Environmental Health* 7(Suppl 2):S3
89. John DT (1982) Primary amoebic meningoencephalitis and the biology of *Naegleria fowleri*. *Annual Review of Microbiology*, 36: 101–103.
90. Johnson, D.C., Enriquez, C .E., Pepper, I.L., Davis, T.L., Gerba, C.P., Rose, J.B. (1997). Survival of *Giardia*, *Cryptosporidium*, *polio virus* and *Salmonella* in marine waters. *Water Sci Technol* 35, 261–268.
91. Joseph SW, Carnahan AM, Brayton PR, Fanning GR, Almazan R, Drabick C, Trudo EW, Colwell RR (1991) *Aeromonas jandaei* and *Aeromonas veroniid* infection of a human wound following aquatic exposure. *Journal of Clinical Microbiology*, 29: 565–569.
92. Jaeger (1892) Die Aetiologie der infectiosen fieberhaften Icterus. *Zeitsch. fur Hyg. und Infectiosskr.*, X11, 525.
93. Jaeger (1922) *American Journal of Public Health*, XII, 121. Connecticut.
94. Kamizoulis G., Sabila S., (2004) Development of coastal recreational water quality standards in the Mediterranean. *Environmental International*; 30 (2004) 841–854.
95. Kaper, J., Lockman, H., Colwell, R.R. and Joseph, S.W (1979) Ecology, serology, and enterotoxin production of *Vibrio cholerae* in Chesapeake Bay. *Applied and Environmental Microbiology* 37, 91–103.
96. Kelly MT, Hickman-Brenner FW, Farmer III J-J (1991) *Vibrio*. In: Balows A, Hausler WJ, Herrmann KL, Isenberg DHD, Shadomy HJ, ed. *Manual of clinical microbiology*. Washington, DC, ASM Press, pp. 384–395.
97. Kibbey, H.J., Hagedorn, C. & McCoy, E.L (1977) Use of fecal streptococci as indicators of pollution in soil. *Appl. Environ. Microbiol.*, 35, 711–717.
98. Kilvington S, White DG (1994) *Acanthamoeba*: biology, ecology and human disease. *Reviews in Medical Microbiology*, 5: 12–20.
99. Kocasoy G (1989) The relationship beetwen coastal tourism, sea pollution and public health: a case study from Turkey. *The Environmentalist* 9 (4):245-51.

100. Koneman's, Color atlas and textbook of diagnostic microbiology (2006), 6th edition, Lippincott Williams & Wilkins.
101. Lang G.K, Ophthalmology: a short textbook, (2000) Thieme, ISBN 3131261617.
102. Last PR, Stevens JD (1994) Sharks and rays of Australia. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). 513 pp.
103. Lee, S.H., Levy, D.A., Craun, G.F., Michael, M.P.H., Beach, J. and Calderon, R.L (2000a) Surveillance for waterborne-disease outbreaks – United States, 1999–2000. *MMWR*, 51(SS08), 1–28.
104. Leecaster, M., K. Schiff, and L. Tiefenthaler (2002) Assessment of efficient sampling designs for urban stormwater monitoring. *Water Research* 36:1556-1564.
105. Leeming, R., Ball, A., Ashbolt, N. and Nichols, P (1996) Using faecal sterols from humans and animals to distinguish faecal pollution in receiving waters. *Wat. Res.* 30, 2893–2900.
106. Leeming, R., Nichols, P.D. and Ashbolt, N.J. (1998) Distinguishing Sources of Faecal Pollution in Australian Inland and Coastal Waters using Sterol Biomarkers and Microbial Faecal Indicators. Research Report No. 204, Water Services Association of Australia, Melbourne.
107. Levin DL, Morris FC, Toro LO, Brink LW, Turner G (1993) Drowning and near-drowning. *Pediatric Clinics in North America*, 40: 321–336.
108. Levy D., Bens M.S., Craun G.F., Calderon R.L. and Herwaldt B.L (1998) Surveillance for waterborne disease outbreaks – United States, 1995–1996. *MMWR*, 47(SS05), 1–34.
109. Lund, V (1996) Evaluation of *E. coli* as an indicator for the presence of *Campylobacter jejuni* and *Yersinia enterocolitica* in chlorinated and untreated oligotrophic lake water. *Water Research*, 30(6), 1528–1534.
110. Mackie I (1978) Alcohol and aquatic disasters. *Medical Journal of Australia*, 1(12): 652–653.
111. Marino MG, Hernandez M, Fernandez M (1982) Relaciones entre calidad microbiologica de las aguas de bano y efectos sanitarios y aceptacion estetica de los banistas. Unpublished report; in: Kamizoulis and Saliba, 2004.
112. Martinez AJ (1985) Free-living amebas: natural history, prevention, diagnosis, pathology, and treatment of disease. Boca Raton, FL, CRC Press.

113. Martinez AJ, Visvesvara GS (2001) Balamuthia mandrillaris infection. *Journal of Medical Microbiology*, 50: 205–207.
114. Minaire P, Castanier M, Girard R, Berard E, Dedier C, Bourret J (1979) Epidemiology of spinal cord injury in the Rhone–Alpes region, France, 1970–1975. *Paraplegia*, 16: 76–87.
115. Moody R.P., Chu I (1995) Dermal exposure to environmental contaminants in the Great Lakes. *Environ Health Perspect.* 103:103-114.
116. Mujeriego R. (1991) A review of epidemiological studies correlating coastal marine recreational water quality with health effects carried out in the Mediterranean region. Annex 3 in Health risk from bathing in marine waters. Report on a Joint WHO/UNEP Meeting, Athens, 15-18 May 1991. Document EUR/ICP/CEH 103, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 1991.
117. Mynderse JS, Moor RE, Kashiwagi M, Norton TR (1977) Antileukemia activity in the Oscillatoriaceae: Isolation of debromoaplysia toxin from Lyngbya. *Science*, 196: 538–540.
118. National Research Council, (2004) Indicators for waterborne pathogens. National Academies Press, Washington, D.C. 315 pp.
119. Nichter MA, Everett PB (1989) Profile of drowning victims in a coastal community. *Journal of the Florida Medical Association*, 76(2): 253–256.
120. Noble R.T., Weisberg S.B (2005) A review of technologies for rapid detection of bacteria in recreational waters, *J. Water and Health*, 03.4. 381-392.
121. Okhuysen PC, Chappell CL, Crabb JH, Sterling CR, DuPont HL (1999) Virulence of three distinct *Cryptosporidium parvum* isolates for healthy adults. *Journal of Infectious Diseases*, 180: 1275–1281.
122. Page FC (1988) A new key to freshwater and soil gymnamoebae. Ambleside, Cumbria, The Freshwater Biological Association.
123. Papastergiou P, Mouchtouri V, Karanika M, Kostara E, Kolokythopoulou F, Mpitsolas N, Papaioannou A, Hadjichristodoulou C (2009) Analysis of seawater microbiological quality data in Greece from 1997 to 2006: association of risk factors with bacterial indicators IWA Publishing 2009 *J. Water Health*, 07(3), 514–526.
124. Park, S (2002) The physiology of *Campylobacter* species and its relevance to their role as foodborne pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, 74(3), 177–188.
125. Patetta MJ, Biddinger PW (1988) Characteristics of drowning deaths in North Carolina. *Public Health Reports*, 103(4), 406–411.

126. Payment, P. and Franco, E (1993) *Clostridium perfringens* and somatic coliphages as indicators of the efficiency of drinking water treatment for viruses and protozoan cysts. *Appl. Environ. Microbiol.* 59, 2418–2424.
127. Payment, P. M. Waite, and A. Dufour (2003) Introducing parameters for the assessment of drinking water quality. In: *Assessing microbial safety of drinking water, Improving approaches and methods.* IWA Publishing, London, UK, pp. 47-77
128. Peden M, McGee K (2003) The epidemiology of drowning worldwide. *Injury Contr. Safety Promot.*, 10:195-9
129. Petridou E (2003) Risk factors for drowning and near-drowning injuries In: Bierens J, ed. *Handbook on drowning. Prevention, rescue and treatment.* Netherlands, Springer, ISBN: 3-540-43973-0.
130. Philipp R (1991) Risk assessment and microbial hazards associated with recreational water sports. *Reviews in Medical Microbiology*, 2: 208–214.
131. Philipp R, Pond K, Rees G (1995) A study of litter and medical waste on the UK coastline. *Health and Hygiene*, 16: 3–8.
132. Pierce RH (1986) Red tide (*Ptychodiscus brevis*) toxin aerosols: A review. *Toxicon*, 24: 955–965.
133. Pike EB (1994) Health Effects of Sea Bathing (WMI 9021) — Phase III — Final Report to the Department of the Environment (DoE 3412/2), Medmenham, UK, Water Research Centre Plc.
134. Plueckhahn VD (1979) Drowning: community aspects. *Medical Journal of Australia*, 2(5): 226–228.
135. Pruss A (1998) A review of epidemiological studies from exposure to recreational water. *International Journal of Epidemiology*, 27: 1–9.
136. Puig, A., Queralt, N., Jofre, J. and Araujo, R (1999) Diversity of *Bacteroides fragilis* strains in their capacity to recover phages from human and animal wastes and from fecally polluted wastewater. *Appl. Environ. Microbiol.* 65, 1772–1776.
137. Quan L, Gore EJ, Wentz K, Allen J, Novack AH (1989) Ten year study of pediatric drownings and near drownings in King County, Washington: lessons in injury prevention. *Pediatrics*, 83(6): 1035–1040.
138. Rathjen WF, Halstead BW (1969) Report on two fatalities due to stingrays. *Toxicon*, 6:301–302.

139. Reece R.J (1909): 38th Annual report to local Government Board, 1908-1909, Suppl. With rept of Med. Officer for 1908-1909, Appnetix A, No 6, 90.
140. Report of the New Haven Health Center Demonstration, (1923) p. 42.
141. Robens Institute of Industrial and Environmental Health and Safety (1987) The Public Health Implications of Sewage Pollution of Bathing Water. The University of Surrey, Guildford, UK.
142. Robertson, L.J., Campbell, A.T., & Smith, H.V (1992) Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts under various environmental pressures. *Appl Environ Microbiol* 58, 3494–3500.
143. Robinson, D.A. (1981) Infective dose of *Campylobacter jejuni* in milk. *British Medical Journal*, 282, 1584.
144. Russell FE, Emery JA (1960) Venom of the weevers *Trachinus draco* and *Trachinus vipera*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 90: 805–819.
145. Sandstrom A, Gelmarec C, Meriluoto JAO, Eriksson JE, Chattopadhyaya J (1990) Structure of a hepatotoxic pentapeptide from cyanobacterium *Nodularia spumigena*. *Toxicon*, 28:535–540.
146. Scarpino, P.V. (1978) Bacteriophage indicators. In *Indicators of Viruses in Water and Food* (ed. G. Berg), pp. 201–227, Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, MI.
147. Scoging AC (1991) Illness associated with seafood. *Communicable Disease Report, England and Wales*, 1: 117–122 (Review No. 11).
148. Scott, W. J (1951) Sanitary Study of Shore Bathing Waters. *Bull. Hyg.* 33:353.
149. Shimizu Y (1996) Microalgal metabolites: a new perspective. *Annual Review of Microbiology*, 50: 431–465.
150. Shuval HI. Thalassogenic diseases (1986) UNEP Regional Seas Reports and Studies, vol. 79. Geneva; United Nations Environment Programme.
151. Shuval, H (2003) Estimating the global burden of thalassogenic diseases: human infectious diseases caused by wastewater pollution of the marine environment. *J. Water Health*, 1, 53–64.
152. Singleton, P. and Sainsbury, D (2001) Dictionary of Microbiology and Molecular Biology, 3rd edition, Wiley Europe.

153. Sinton, L.W., Hall, C.H., Lynch, P.A. & Davies-Colley, R.J (2002) Sunlight inactivation of fecal indicator bacteria and bacteriophages from waste stabilization pond effluent in fresh and saline waters. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68, 1122–1131.
154. Slanetz, L.W., Bartley, C.H. and Stanley, K.W (1968) Coliforms, fecal streptococci and *Salmonella* in seawater and shellfish. *Health and Laboratory Sciences* 28, 66–78.
155. Smayda TJ (1989a) Primary production and the global epidemic of phytoplankton blooms in the sea: A linkage. In: Cosper EM, Bricelj VM, Carpenter EJ, ed. Novel phytoplankton blooms: causes and impacts of recurrent brown tides and other unusual blooms. Berlin, Springer Verlag, pp. 449–483.
156. Smayda TJ (1989b) Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: Evidence for a global epidemic. In: Graneli E, Sundstrom B, Edler L, Anderson DM, ed. Toxic marine phytoplankton. New York, NY, Elsevier Science Publishing Co., pp. 29–40.
157. Sorensen, D.L., Eberl, S.G. and Diksa, R.A. (1989) *Clostridium perfringens* as a point source indicator in non-point polluted streams. *Wat. Res.* 23, 191–197.
158. Spyker DA (1985) Submersion injury. Epidemiology, prevention and management. *Pediatric Clinics of North America*, 32(1): 113–125.
159. Steinbruck K, Paeslack V (1980) Analysis of 139 spinal cord injuries due to accidents in water sport. *Paraplegia*, 18(2): 86–93.
160. Sterry Wolfram. Dermatology / Wolfram Sterry, Ralf Paus, Walter Burgdorf ; with contributions by Heike Audring et all., 2005, ISBN 1-58890-258-7.
161. Stevenson, A.H (1953) Studies of bathing water quality and health. *Am. J. Public Health Nations Health* 43:529-538.
162. Strom, M.S. and Paranjpye, R.N (2000) Epidemiology and pathogenesis of *Vibrio vulnificus*. *Microbes and Infection*, 2(2), 177–188.
163. Tamburrini, A., & Pozio, E (1999) Long-term survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts in seawater and in experimentally infected mussels (*Mytilus galloprovincialis*). *Int J Parasitol* 29,711–715.
164. Teunis PFM, Nagelkerke NJD, Haas CN (1999) Dose response models for infectious gastroenteritis. *Risk Analysis*, 19: 1251–1260.

165. Teunis PFM, van der Heijden OG, van der Giessen JWB, Havelaar AH (1996) The dose-response relation in human volunteers for gastrointestinal pathogens. Bilthoven, RIVM.
166. Tucker R. and. Dugas J (2008) Exercise in the cold, part II: A physiological trip through cold water exposure; in The science of sport: www.sportsscience.com, accessed in January, 2009.
167. U.S. Environmental Protection Agency (2005), The EMPACT Beaches Project: Results from a Study on Microbiological Monitoring in Recreational Waters, EPA 600/R-04/023.
168. UNEP (1991) Environmental effects of ozone depletion: 1991 update. Nairobi, United Nations Environment Programme.
169. US Environmental Protection Agency (US EPA), (1999) Action Plan for Beaches and Recreational Waters. Available online: <http://www.epa.gov/ORD/publications>.
170. van Asperen IA, Medema G, Borgdorff MW, Sprenger MJ, Havelaar AH (1998) Risk of gastroenteritis among triathletes in relation to faecal pollution of fresh waters. *International Journal of Epidemiology*, 27: 309–315.
171. Velimirovic B (1990) Tourism and quality of life. In: Pasini W, ed. Tourist health. Proceedings of the 2nd International Conference on Tourist Health, Rimini, Italy, 15–18 March 1989, pp. 357–365.
172. Vermeer M, Schmieder GJ, Yoshikawa T, van den Berg JW, Metzman MS, Taylor JR, Streilein JW (1991) Effects of ultraviolet B light on cutaneous immune responses of humans with deeply pigmented skin. *Journal of Investigative Dermatology*, 97: 729–734.
173. Visvesvara GS, Martinez AJ, Schuster FL, Leitch GJ, Wallace SV, Sawyer TK, Anderson M (1990) *Leptomyxid ameba*, a new agent of amebic meningoencephalitis in humans and animals. *Journal of Clinical Microbiology*, 28: 2750–2756.
174. Visvesvara GS, Schuster FL, Martinez J (1993) *Balamuthia mandrillaris*, N. G., N. Sp., agent of meningoencephalitis in humans and other animals. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 40:504–514.
175. Voss LM, Rhodes KH Johnson KA (1992) Musculoskeletal and soft tissue Aeromonas infection: an environmental disease. Mayo Clinic Proceedings, 67: 422–427.
176. Wade, T.J., Pai, N., Eisenberg, J.N. & Colford, J.M. Jr (2003) Do US Environmental Protection Agency water quality guidelines for recreational waters prevent gastrointestinal illness? A systematic review and meta-analysis. *Environ. Health Perspect.*, 111, 1102–1109.

177. Warhurst DC (1985) Pathogenic free-living amoebae. *Parasitology Today*, 1: 24–28.
178. Watson RS, Cummings P, Quan L, Bratton S, Weiss NS (2001) Cervical spine injuries among submersion victims. *Journal of Trauma*, 51: 658–662.
179. White J (1995) Clinical toxicology of sea snakes. In: Meier J, White W, ed. *Clinical toxicology of animal venoms*. Boca Raton, FL, CRC Press, pp 159–170.
180. Whitman L.R. and Nevers M.B (2003) Foreshore Sand as a Source of *Escherichia coli* in Nearshore Water of a Lake Michigan Beach, *Appl. Environ. Microbiol.*, 69, 5555-5562.
181. WHO (1994) Ultraviolet radiation. Geneva, World Health Organization (Environmental Health Criteria No. 160).
182. WHO (2000) *Monitoring Bathing Waters - A Practical Guide to the Design and Implementation of Assessments and Monitoring Programmes*, Edited by Jamie Bartram and Gareth Rees ISBN 0-419-24370-4.
183. WHO (2001) *Guidelines, Standards and Health: Assessment of risk and risk management for water-related infection disease*.
184. WHO (2001) *Waterborne disease surveillance: Goals and strategies. Report on a meeting of a working group*. Budapest, Hungary, November 2001. World Health Organization, Copenhagen, Denmark.
185. WHO (2004) *Guidelines for drinking-water quality. Volume 1: Recommendations*. 3 edn, World Health Organization, Geneva. IN: WHO (2005) *Library Cataloguing-in-Publication Data* Pond, Kathy. *Water recreation and disease. Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality / K. Pond (Emerging issues in water and infectious diseases series)* 1.Swimming pools 2.Bathing beaches 3.Communicable diseases - transmisssion 4.Acute disease - epidemiology 5.Water microbiology 6.Disease.reservoirs 7.Severity of illness index 8.Risk factors I.Title II.Series. ISBN 92 4 156305 2 (NLM classification: WA 820), ISSN 1728-2160 , ISBN 1843390663 (IWA Publishing).
186. WHO (2005) *Library Cataloguing-in-Publication Data* Pond, Kathy. *Water recreation and disease. Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality / K. Pond (Emerging issues in water and infectious diseases series)* 1.Swimming pools 2.Bathing beaches 3.Communicable diseases - transmisssion 4.Acute disease - epidemiology 5.Water microbiology 6.Disease.reservoirs 7.Severity of illness index 8.Risk factors I.Title II.Series. ISBN 92 4 156305 2 (NLM classification: WA 820), ISSN 1728-2160 , ISBN 1843390663 (IWA Publishing).

187. Williamson JA, Fenner PJ, Burnett JW, Rifkin JF (1996) Venomous and poisonous marine animals: a medical and biological handbook. Sydney, University of New South Wales Press/ Fortitude Valley Queensland, Surf Life Saving Queensland Inc., 504 pp.
188. Wintemute GJ, Kraus JF, Teret SP, Wright MA (1988) The epidemiology of drowning in adulthood: Implications for prevention. *American Journal of Preventive Medicine*, 4: 343–348.
189. World Health Organisation (2001) Bathing Water Quality and Human Health, WHO/SDE/WSH/01.2, Protection of the Human Environment, Water, Sanitation and Health Series, WHO, Geneva.
190. World Health Organization (2001) Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. Published by IWA Publishing, London, UK. ISBN: 1 900222 28 0.
191. World Health Organization (2003) Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1, Coastal and fresh waters ISBN 92 4 154580 1.
192. Xu, H.S., Roberts, N.C., Singleton, F.L., Attwell, R.W., Grimes, D.J., & Colwell, R.R (1982) Survival and viability of nonculturable *Escherichia coli* and *Vibrio cholerae* in the estuarine and marine environment. *Microb Ecol*, 8: 313–323.
193. Yamamoto K, Ito R, Koura M, Kamiyama T (1999) Increased susceptibility of mice to malarial infection following UVB irradiation. *Journal of Epidemiology*, 9: S93–S96.
194. Yamamoto K, Ito R, Koura M, Kamiyama T (2000) UVB irradiation increases susceptibility of mice to malarial infection. *Infection and Immunity*, 68: 2353–2355.
195. Yates, M.V (2007) Classical Indicators in the 21st Century -- Far and Beyond the Coliform. *Wat. Environ. Res.* 79(3): 279-286.
196. Έκθεση ποιότητας των νερών κολύμβησης της Ελλάδας 2006, (2007) ΥΠΕΧΩΔΕ.
197. Μαυρίδου Α., Παπαπετροπούλου Μ., (1995) Μικροβιολογία του Υδάτινου Περιβάλλοντος: Βασικές αρχές, Εκδόσεις Κωσταράκη, ISBN 960-7122-32-1.
198. Μπαμπιονιτάκης Ανδρέας., Εισαγωγή στην Ιατρική των παρασιτώσεων, (1991) Ιατρικές Εκδόσεις Παχαλίδης.

199. Οδηγία του Συμβουλίου της 8^{ης} Δεκεμβρίου 1975 περί ποιότητας των υδάτων κολυμβήσεως 76/160/ΕΟΚ (1976L0160)
200. Οδηγία 2000/60/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000 για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων
201. Οδηγία 2006/7/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 15^{ης} Φεβρουαρίου 2006 σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης και την κατάργηση της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ
202. Παπαπαναγιώτου Ι.Κ, Κυριαζοπούλου-Δαλαϊνα, Β (2004) Ιατρική Μικροβιολογία και ιολογία, University Studio Press, ISBN 960-12-1007-5.
203. Φαρμάκης Θ., Σπυριδόπουλος Θ, Πετρίδου Ε (2005) Πρόληψη των παιδικών ατυχημάτων στον υδάτινο χώρο: Τα δέκα μηνύματα ενημέρωσης της Ελληνικής εκστρατείας ενημέρωσης, *Ιατρική*.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

- *Το ερωτηματολόγιο της Επιδημιολογικής μελέτης*
- *Το δελτίο δειγματοληψίας υδάτων και άμμου*

Το ερωτηματολόγιο

		ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ έρευνας: «Διερεύνηση των φυσικών και περιβαλλοντικών παραγόντων που επηρεάζουν την υγεία των ανθρώπων στις θαλάσσιες ακτές αναψυχής»	
		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ____ / ____ / 2008 ΩΡΑ: ____ : ____ ΠΑΡΑΛΙΑ: _____ ΣΗΜΕΙΟ: _____ Α/Α ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ: [] - [] [] - [] [] - [] [] - []	
1.	Αρχικά Ο/Ε: [] [] Φύλλο: [] Άρρεν [] Θήλυ [] Ηλικία: [] [] [] [] [] [] Τηλέφωνο επικοινωνίας: [] [] [] [] [] [] Σταθερό: [] [] [] [] [] [] Κινητό: [] [] [] [] [] []	Τόπος διαμονής: Ντόπιος (κάτοικος περιοχής) [] Υπόλοιπο Ν.Λαρίσης [] Υπόλοιποι Νομοί Θεσσαλίας [] Άλλη περιοχή της Ελλάδας []	
2.	Είστε κολυμβητής (αυτοχαρακτηρισμός);	[]	NAI OXI []
3.	Βυθίζεται το κεφάλι σας στο νερό;	[]	NAI OXI []
4.	Πόση ώρα κολυμπάτε συνήθως;	χρόνος: ____ (λεπτά)	
5.	Κολυμπάτε στα ρηχά (πατάω) ή στα βαθιά	[]	NAI OXI []
6.	Παίζετε πλησίον της ακτής στην άμμο;	[]	NAI OXI []
7.	Ασχοληθήκατε σήμερα με κάποιο θαλάσσιο σπορ ή παίξατε στο νερό;	[]	NAI OXI []
8.	Ξαπλώνετε στην παραλία πάνω σε πετσέτα, ψάθα ή ξαπλώστρα; [] Πάντα [] Μερικές φορές [] Σπάνια/ποτέ		
9.	Φάγατε ή θα φάτε σήμερα φαγητό στην παραλία; Εάν ΝΑΙ τρώτε, τότε το φαγητό: [] το φέρατε από το σπίτι [] το αγοράσατε από πλανόδιο στην παραλία [] το αγοράσατε από καντίνα/ μπαράκι [] άλλο.....	[]	NAI OXI []
10.	Έχετε δει σήμερα [] σκυλιά ή άλλα ζώα [] στην παραλία;		
11.	Έχετε δει σήμερα σκουπίδια στην [] ακτή ή στην θάλασσα [];		
12.	Έχετε δει σήμερα [] πίσσα ή ορυκτέλαια [] στην [] ακτή ή θάλασσα [];		
13.	Κάνετε σήμερα χρήση στην παραλία μέσω των όπως: [] καπέλου [] ψάθας/πετσέτας/ξαπλώστρας [] [] αντιηλιακής [] ομπρέλας [] [] γυαλιά ηλίου [] παντόφλες []		
14.	Πάσχετε από κάποιο νόσημα που προκαλεί ανοσοκαταστολή ή χρησιμοποιείτε κορτιζόνη;	[]	NAI OXI []
15.	Κατά την προηγούμενη εβδομάδα (προηγούμενο ΠΣΚ) κολυμπούσατε σε <u>αυτήν</u> την παραλία;	[]	NAI OXI []
Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι έχουν προβλεφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα προκειμένου να εξασφαλιστεί η εμπιστευτικότητα των προσωπικών δεδομένων σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.			

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ: ____ / ____ /2008		ΩΡΑ: ____ : ____
16.	Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης εβδομάδας κινδυνέψατε να πνιγείτε στην κολύμβηση;	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
17.	Κινδυνέψατε να πνιγείτε ποτέ στο παρελθόν;	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
18.	Κατά την διάρκεια της τελευταίας εβδομάδας τραυματιστήκατε στην παραλία ή στο κολύμπι (πχ. κόψιμο, θλάση, διάστρεμμα κλπ);	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
19.	Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης εβδομάδας είχατε κάποιο από τα παρακάτω συμπτώματα: <input type="checkbox"/> πονόλαιμος <input type="checkbox"/> βήχας ± πυρετό <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> δυσκαταποσία <input type="checkbox"/> βράγχος φωνής <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> καταρροή (μύξα) <input type="checkbox"/>	Λοίμωξη αναπνευστικού: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> Πιθανόν <input type="checkbox"/>
20.	Κατά τη διάρκεια της τελευταίας εβδομάδας είχατε κάποια από τα παρακάτω συμπτώματα: <input type="checkbox"/> ναυτία-εμετός <input type="checkbox"/> κοιλόπονος <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> διάρροιες > 2 <input type="checkbox"/> πυρετός <input type="checkbox"/>	Γαστρεντερίτιδα: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> Πιθανόν <input type="checkbox"/>
21.	Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης εβδομάδας είχατε κάποιο από τα παρακάτω συμπτώματα: <input type="checkbox"/> πόνος στο αυτί <input type="checkbox"/> εκροή υγρού <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> βάρος στο αυτί <input type="checkbox"/> κνησμό στο αυτί <input type="checkbox"/>	Ωτίτιδα: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> Πιθανόν <input type="checkbox"/>
22.	Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης εβδομάδας είχατε κάποιο από τα παρακάτω συμπτώματα: <input type="checkbox"/> ερυθρότητα ματιού <input type="checkbox"/> δακρύρροια <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> πόνος/ κάψιμο <input type="checkbox"/> τσίμπλας/βλέννας <input type="checkbox"/>	Οφθαλμοπάθεια: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> Πιθανόν <input type="checkbox"/>
23.	Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης εβδομάδας πάθατε στην παραλία κάποιο από τα παρακάτω; <input type="checkbox"/> Ηλιακό έγκαυμα <input type="checkbox"/> τσίμπημα μέδουσας <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> μόλυνση <input type="checkbox"/> αλλεργική δερματίτιδα <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> τσίμπημα εντόμου <input type="checkbox"/>	Δερματοπάθεια: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> Πιθανόν <input type="checkbox"/>
24.	(ΜΟΝΟ ΣΕ ΓΥΝΑΙΚΕΣ Η ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΥΤΗ) Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης εβδομάδας πάθατε κάποια <input type="checkbox"/> ουρολοίμωξη ή κολπίτιδα <input type="checkbox"/> ;	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
25.	Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης εβδομάδας πάθατε κάποιο άλλο νόσημα για το οποίο πήρατε φάρμακο <input type="checkbox"/> ή επισκεφτήκατε γιατρό <input type="checkbox"/> ; Προσδιορίστε:.....	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
26.	Αποτέλεσε οποιοδήποτε από τα παραπάνω αναφερόμενα συμπτώματα ή νοσήματα αιτία να επισκεφτείτε Γιατρό <input type="checkbox"/> ή Φαρμακοποιό/πήρατε φάρμακο <input type="checkbox"/> ή να μείνετε στο κρεβάτι <input type="checkbox"/> ; Προσδιορίστε:	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>

Δελτίο Δειγματοληψίας υδάτων και άμμου



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

Παπακυριαζή 22
412 22 Λάρισα

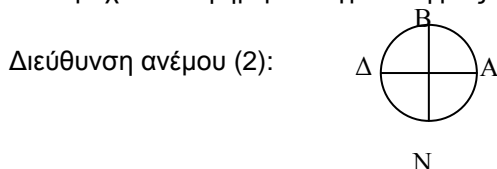
Τηλ.: 2410532.642, 259.974
Fax: 2410255.420

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΜΜΟΥ ΑΚΤΗΣ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ

Ερευνητικό πρόγραμμα: «Διερεύνηση των φυσικών και περιβαλλοντικών παραγόντων που επηρεάζουν την υγεία των ανθρώπων στις θαλάσσιες ακτές αναψυχής»

Κωδικός ΑΚΤΗΣ: _____ Δήμος/Δ.Δ./Κοινότητα: _____
Αριθμός Δειγμάτων νερού: _____ ΑΡ ☐ ΚΕ ☐ ΔΕ ☐ Άλλο ☐ _____
Αριθμός Δειγμάτων άμμου: _____ ΑΡ ☐ ΚΕ ☐ ΔΕ ☐ Άλλο ☐ _____
Ημερομηνία δειγματοληψίας: ____/____/____ Ώρα: ____:____
Ονοματεπώνυμο υπεύθυνου ατόμου: _____
Διεύθυνση: _____ Τηλ.: _____

- Αριθμός λουομένων τη στιγμή της δειγματοληψίας στην ακτή: _____ στο νερό: : _____
- Κατάσταση θάλασσας: ☐ Ήρεμη ☐ Ελαφρά τρικυμώδης ☐ Μέτρια κυματώδης ☐ Πολύ κυματώδης
- Βροχόπτωση ημέρα δειγματοληψίας: ☐ Ναι ☐ Όχι Βροχόπτωση προηγούμενη ημέρα: ☐ Ναι ☐ Όχι



Η μεταφορά του δείγματος έγινε με: ☐ Ισόθερμο δοχείο υπό ψύξη ☐ Άλλο, προσδιορίστε: _____

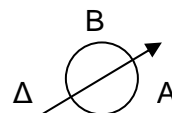
Αρμόδιος δειγματοληψίας:

Ονοματεπώνυμο:..... Ιδιότητα:..... Υπογραφή:.....

ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΛΤΙΟΥ

Να συμπληρωθεί ένα ξεχωριστό Δελτίο για κάθε Ακτή Κολύμβησης

1. Να σημειωθεί με βέλος στον κύκλο η διεύθυνση του ανέμου, π.χ. για ΝΔ σημειώστε



2. Η επιφάνεια της θάλασσας και η ακτή εξετάζονται μακροσκοπικά (οπτικά) για την ύπαρξη των παραμέτρων αυτών.

Η ποσότητα κάθε παραμέτρου χαρακτηρίζεται με τα παρακάτω σύμβολα, που αναγράφονται στην ανάλογη θέση του πίνακα:

0: Δεν παρατηρείται, 1: Παρατηρείται σε μικρή ποσότητα, 2: Παρατηρείται μέτρια ποσότητα 3: Παρατηρείται μεγάλη ποσότητα

3. Να σημειωθεί (N) για κάθε φυσιολογικό χρώμα. Σε αντίθετη περίπτωση (Ο). Επίσης να αναφερθεί στις παρατηρήσεις η αιτία για κάθε ασυνήθιστη αλλαγή χρώματος, π.χ. καφέ-κίτρινο μετά από βροχόπτωση, κόκκινο κατά την ανάπτυξη «μπλουμ πλαγκτόν» και γενικότερα οποιοδήποτε άλλο χρώμα παρατηρείται σε περίπτωση εξαιρετικών γεωγραφικών, μετεωρολογικών ή άλλων συνθηκών.

4. Η παρουσία τους γίνεται αντιληπτή από την ύπαρξη χαρακτηριστικής οσμής.

6. Η παρουσία τους γίνεται αντιληπτή από την ύπαρξη (μόνιμου) αφρισμού.

7. Να αναφερθεί επιπλέον στις παρατηρήσεις αναλυτικά η κατηγορία στην οποίαν ανήκουν: ξύλα, φιάλες γυάλινες ή πλαστικές, σκουπίδια, ναυάγια, δοχεία μεταλλικά ή πλαστικά, ελαστικά κ.τ.λ. Να σημειωθεί επιπλέον με X αν τα σκουπίδια στις ακτές είναι πρόσφατα (N) ή παλαιά (Π) αντίστοιχα.

Το Δελτίο αυτό βασίστηκε στο έντυπο [16.2/1] που δημιουργήθηκε από την ΕΣΔΥ και το ΚΕΔΥ με χρηματοδότηση του ΥΠΠ στα πλαίσια του ΕΡΓΟΥ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΥΠΠ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΙ ΑΓΩΝΕΣ ΑΘΗΝΑ 2004 ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ-ΥΠΕΙΝΗ» και προσαρμόστηκε στις ανάγκες της μελέτης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

- ***Standard Method APHA 9222B για την ανίχνευση των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliforms)***
- ***Standard Method APHA 9222D για την ανίχνευση των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (faecal coliforms) και των E.coli***
- ***Μέθοδο διήθησης μεμβρανών (MF) ISO 7899-2:2000 για την ανίχνευση των Εντεροκόκκων (Enterococcae)***
- ***Προσαρμοσμένη μέθοδο ISO 6889.1: 1999/ A1: 2004 (μέθοδος aktes/UTH:2008)***

Standard Method APHA 9222B για την ανίχνευση των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliforms)

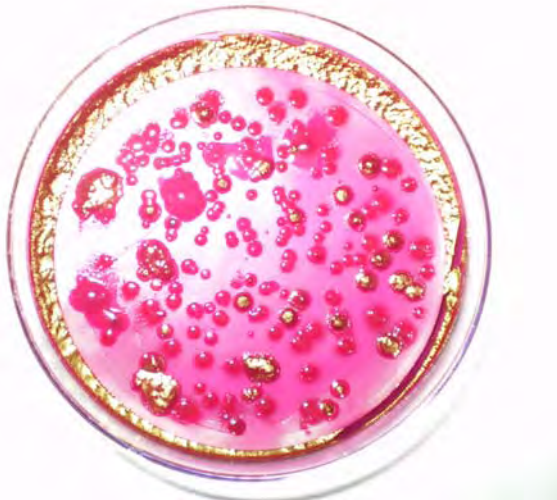
Αρχικά γίνεται εγκλιματισμός των δειγμάτων και θρεπτικών υποστρωμάτων σε θερμοκρασία δωματίου. Ακολουθεί πολύ καλή ανάδευση των δειγμάτων. Διηθείται η κατάλληλη ποσότητα (250, 100, 10, 1 ml) δείγματος (ύδατος) από μεμβράνη διαμέτρου πόρων 0,45μm μέσω της συσκευής διήθησης. Ακολουθεί στη συνέχεια τοποθέτηση κάθε μεμβράνης σε τρυβλίο με θρεπτικό υπόστρωμα m-Endo Les agar με τρόπο τέτοιο ώστε να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες ανάμεσα στο τρυβλίο και στην μεμβράνη. Τα τρυβλία τοποθετούνται στην συνέχεια στον κλίβανο σε θερμοκρασία $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ για 21 ± 3 ώρες και ακολουθεί η καταμέτρηση όλων των χαρακτηριστικών αποικιών.

Ως ύποπτες/χαρακτηριστικές αποικίες χαρακτηρίζονται αποικίες κόκκινες με μεταλλική όψη υδραργύρου (Φωτογραφία 17).

Ακολουθούν οι επιβεβαιωτικές δοκιμασίες τουλάχιστον 10 ύποπτων αποικιών με ενοφθαλμισμό/ανακαλλιέργεια σε:

1. Lactose Peptone Broth: επώαση στους $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ για 21 ± 3 ώρες. Η ζύμωση της λακτόζης με παραγωγή οξέος υποδηλώνεται με την αλλαγή χρώματος σε κίτρινο.
2. Nutrient agar: επώαση στους $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ για 21 ± 3 ώρες και ακολουθεί δοκιμή οξειδάσης στις αποικίες.
3. MacConkey agar: επώαση στους $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ για 21 ± 3 ώρες, εξετάζουμε τη μορφολογία των αποικιών.

Συμπερασματικά ως ολικά κολοβακτηροειδή χαρακτηρίζονται οι αποικίες οξειδάση αρνητικές που παράγουν οξύ από τη ζύμωση της λακτόζης.



Φωτογραφία 17. Αποικίες *E.coli* σε υλικό m Endo Les agar

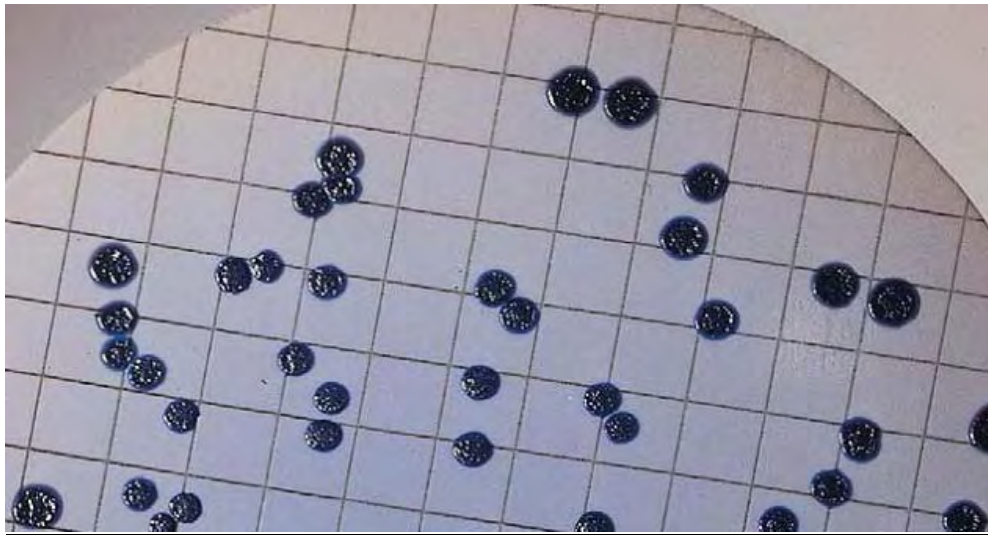
Standard Method APHA 9222D για την ανίχνευση των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών και των *E.coli*

Αρχικά γίνεται εγκλιματισμός των δειγμάτων και θρεπτικών υποστρωμάτων σε θερμοκρασία δωματίου. Ακολουθεί πολύ καλή ανάδευση των δειγμάτων. Διηθείται η κατάλληλη ποσότητα (250, 100, 10, 1 ml) δείγματος από μεμβράνη διαμέτρου πόρων 0,45μm μέσω της συσκευής διήθησης. Ακολουθεί στη συνέχεια τοποθέτηση κάθε μεμβράνης σε τρυβλίο με θρεπτικό υπόστρωμα M-FC agar με τρόπο τέτοιο ώστε να μην σχηματιστούν φυσαλίδες ανάμεσα στο τρυβλίο και στην μεμβράνη. Τα τρυβλία τοποθετούνται στην συνέχεια στον κλίβανο σε θερμοκρασία $44\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ για 21 ± 3 ώρες και ακολουθεί η καταμέτρηση όλων των χαρακτηριστικών αποικιών.

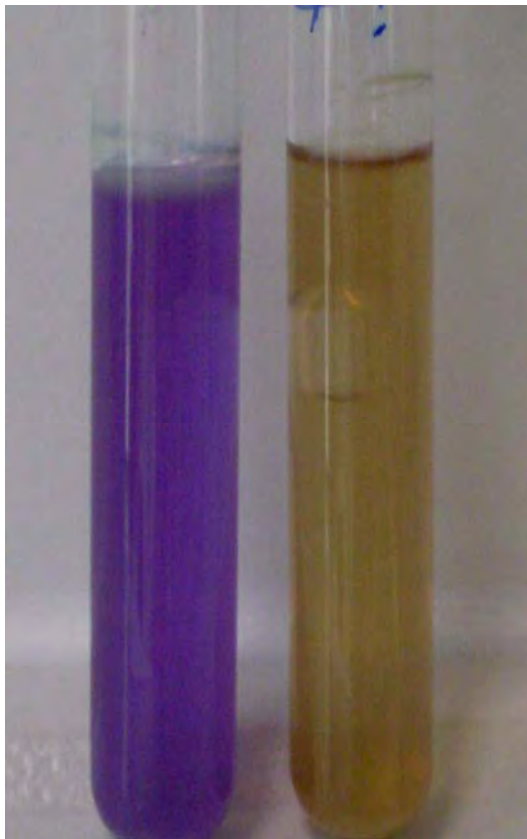
Ως ύποπτες/χαρακτηριστικές αποικίες χαρακτηρίζονται αποικίες μπλε χρώματος (*Φωτογραφία 18*). Ακολουθούν οι επιβεβαιωτικές δοκιμασίες τουλάχιστον 10 ύποπτων αποικιών με ενοφθαλμισμό σε:

1. Lactose Peptone Broth (LPB). Ακολουθεί επώαση στους $44\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ για 21 ± 3 ώρες. Η ζύμωση της λακτόζης με παραγωγή οξέος (αερίου) υποδηλώνεται με την αλλαγή χρώματος σε κίτρινο (*Φωτογραφία 19*).
2. Tryptone water. Ακολουθεί επώαση στους $44\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ για 21 ± 3 ώρες όπου εξετάζουμε την παραγωγή ινδόλης μέσω θολερότητας του σωλήνα. Η επιβεβαίωση ολοκληρώνεται μέσω της προσθήκης 1-2 σταγόνων (0,2-0,3 ml) αντιδραστηρίου Kovacs' προκειμένου να διαπιστωθεί η ύπαρξη *E.coli*. Επί θετικού αποτελέσματος παρατηρούμε την δημιουργία ενός έντονα κόκκινου δακτυλίου στην επιφάνεια του θρεπτικού υποστρώματος (*Φωτογραφία 20*).

Συμπερασματικά ως *E.coli* σύμφωνα με την μέθοδο αυτή χαρακτηρίζονται αποικίες οξειδάση αρνητικές που παράγουν οξύ από τη ζύμωση της λακτόζης και είναι ινδόλη θετικές. Ως faecal coliforms χαρακτηρίζονται οι αποικίες οξειδάση αρνητικές που παράγουν οξύ από τη ζύμωση της λακτόζης και είναι ινδόλη αρνητικές.



Φωτογραφία 18. Τυπικές αποικίες *E.coli* σε υλικό M FC agar



Φωτογραφία 19.

Lactose Peptone Broth (LPB):
Αρνητική (αριστερά, μπλε χρώμα)
και θετική (δεξιά, κίτρινο χρώμα)
δοκιμασία ζύμωσης της λακτόζης με
παραγωγή οξέος και αερίου εντός
του σωλήνα Durham



Φωτογραφία 20.

Αρνητική (αριστερά) και
θετική (δεξιά) δοκιμασία για
την παραγωγή ινδόλης μετά
την προσθήκη
αντιδραστηρίου Kovacs

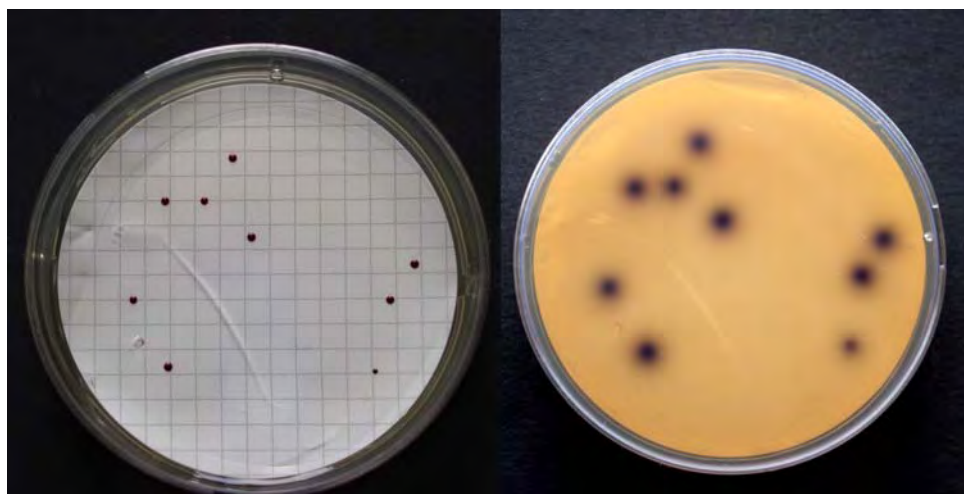
Μέθοδος διήθησης μεμβρανών (MF) ISO 7899-2:2000 για την ανίχνευση των Εντεροκόκκων

Αρχικά γίνεται εγκλιματισμός των δειγμάτων και θρεπτικών υποστρωμάτων σε θερμοκρασία δωματίου. Ακολουθεί πολλή καλή ανάδευση των δειγμάτων. Διηθείται η κατάλληλη ποσότητα (250, 100, 10, 1 ml) δείγματος από μεμβράνη διαμέτρου πόρων 0,45μm μέσω της συσκευής διήθησης. Ακολουθεί στη συνέχεια τοποθέτηση κάθε μεμβράνης σε τρυβλίο με θρεπτικό υπόστρωμα Slanetz & Bartely με τρόπο τέτοιο ώστε να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες ανάμεσα στο τρυβλίο και στην μεμβράνη. Τα τρυβλία τοποθετούνται στον κλίβανο σε θερμοκρασία $36\pm0,2^{\circ}\text{C}$ για 44 ± 4 ώρες και ακολουθεί η καταμέτρηση όλων των χαρακτηριστικών αποικιών.

Ως ύποπτες/χαρακτηριστικές αποικίες χαρακτηρίζονται αποικίες χρώματος κόκκινου, ερυθρόφαιου και ροζ.

Ακολουθούν οι επιβεβαιωτικές δοκιμασίες με μεταφορά της μεμβράνης διήθησης σε τρυβλίο με θρεπτικό υπόστρωμα Bile-aesculin-azide agar με τρόπο τέτοιο ώστε να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες ανάμεσα στο τρυβλίο και στην μεμβράνη. Απαιτείται παραμονή του τρυβλίου ανεστραμμένου για περίπου 30 λεπτά. Τα τρυβλία τοποθετούνται στην συνέχεια στον κλίβανο σε θερμοκρασία $44\pm0,5^{\circ}\text{C}$ για δύο (2) ώρες και ακολουθεί η καταμέτρηση όλων των χαρακτηριστικών αποικιών με καστανόμαυρο έως μαύρο χρώμα στο περιβάλλον θρεπτικό υλικό (Φωτογραφία 21).

Συμπερασματικά, ως κοπρανώδεις εντερόκοκκοι (*intestinal Enterococci*) χαρακτηρίζονται τα βακτήρια που ανάγουν το 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride σε φορμαζάνη (formazan) και υδρολύουν την εσουλίνη.



Φωτογραφία 21. Τυπικές αποικίες Εντεροκόκκου σε υλικό Bile aesculin azide agar

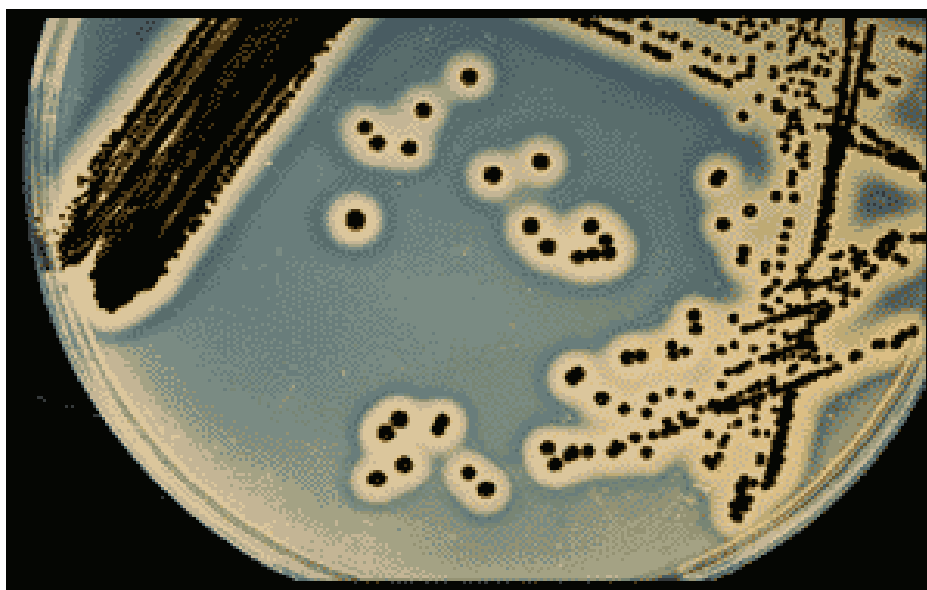
Προσαρμοσμένη μέθοδος ISO 6889.1: 1999/ A1: 2004 (μέθοδος aktes/UTH:2008)

Η μέθοδος ISO 6889.1: 1999/ A1: 2004 χρησιμοποιείται στα τρόφιμα για την ανίχνευση του Σταφυλόκοκκου χρυσίζοντα (*S.aureus*). Αποτέλεσε την βάση για την ανάπτυξη μια κατάλληλης μεθόδου απομόνωσης του Σταφυλόκοκκου χρυσίζοντα από νερό και άμμο. Πρακτικοί και ουσιαστικοί λόγοι ήταν αυτοί που οδήγησαν στην ανάπτυξη αυτής της παραλλαγής της μεθόδου ISO 6889.1: 1999/ A1: 2004. Καταρχάς έπρεπε να υπάρχει ομοιογένεια της μεθόδου και των καλλιεργητικών υλικών απομόνωσης για το νερό και την άμμο προκειμένου να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα στο νερό και την άμμο. Πρόσθετα για την απομόνωση του *S.aureus* από την άμμο δεν υπάρχει διεθνώς ευρέως αποδεκτή μέθοδος απομόνωσης, ενώ για τα εκλεκτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν υπήρχε εμπειρία στην χρήση τους και ήταν δοκιμασμένα στην καθημερινή εργαστηριακή πράξη. Επιπρόσθετα, η μεθοδολογία αυτή εξασφάλιζε σύμφωνα με την ειδικότητα των εκλεκτικών υλικών και εξετάσεων ότι αυτό που χαρακτηρίζονταν ως *S.aureus* ήταν και πραγματικά χωρίς να απαιτούνται επιπρόσθετες μέθοδοι ταυτοποίησης του *S.aureus*.

Πριν την οριστικοποίηση της μεθοδολογίας είχαν προηγηθεί δοκιμές με τα θρεπτικά υλικά όσο και των μεθόδων επίστρωσης (π.χ. χρήση αποστειρωμένου κεκαμμένου ραβδίου για την διασπορά του δείγματος σε όλη την επιφάνεια). Την μέθοδο μας αυτή την ονομάσαμε μέθοδος aktes/UTH:2008.

Περιγραφή της μεθόδου στα δείγματα νερού

Αρχικά γίνεται εγκλιματισμός των δειγμάτων και θρεπτικών υποστρωμάτων σε θερμοκρασία δωματίου. Ακολουθεί πολύ καλή ανάδευση των δειγμάτων. Διηθείται η κατάλληλη ποσότητα (100, 10, 1 ml) δείγματος από μεμβράνη διαμέτρου πόρων 0,45μm μέσω της συσκευής διήθησης. Ακολουθεί στη συνέχεια τοποθέτηση κάθε μεμβράνης σε τρυβλίο με θρεπτικό υπόστρωμα Baird Parker με τρόπο τέτοιο ώστε να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες ανάμεσα στο τρυβλίο και στην μεμβράνη. Τα τρυβλία τοποθετούνται στην συνέχεια στον κλίβανο σε θερμοκρασία 37° C για 44±4 ώρες σε αερόβιες συνθήκες και ακολουθούσε η καταμέτρηση όλων των χαρακτηριστικών αποικιών. Ως ύποπτες/χαρακτηριστικές αποικίες στο τρυβλίο χαρακτηρίζονται οι μαύρες και λείες αποικίες, διαμέτρου 1-5mm που περιβάλλονταν από μια διάφανη ζώνη μήκους 2-5mm. Ακολουθούσε καταμέτρηση των τυπικών αποικιών και γινόταν επιβεβαιωτική δοκιμασία σε εκλεκτικό υπόστρωμα MSA (Mannitol Salt Agar) με επώαση στους 37° C και για 18-24h. Για τις τυπικές αποικίες (κίτρινες) ακολουθούσαν οι τελικές επιβεβαιωτικές δοκιμασίες με τη χρώση Gram και για την ανίχνευση παραγωγής καταλάσης και κοαγκουλάσης. Μόνο οι καταλάση (+) και κοαγκουλάση/πηκτάση (+) Gram θετικοί κόκκοι χαρακτηρίζονταν πλέον ως *S.aureus*.



Φωτογραφία 22. Τυπικές αποικίες *Σταφυλόκοκκου* σε υλικό Baird Parker



Φωτογραφία 23. Χαρακτηριστικό αποτέλεσμα των μαννιτόλη αρνητικών (αριστερά) και μαννιτόλη θετικών (δεξιά) βακτηρίων σε υλικό MSA

Περιγραφή της μεθόδους στα δείγματα της άμμου

Η απουσία διεθνώς τεκμηριωμένης και αποδεκτής μεθόδου καλλιέργειας της άμμου οδήγησε στην υιοθέτηση σειράς πρακτικών και μέσων που έπρεπε να σχεδιαστούν από την αρχή και να δοκιμαστούν στην πράξη. Η άμμος χαρακτηριζόταν από μεγάλες διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις των δεικτών μόλυνσης. Η έκπλυση των μικροβίων από την άμμο γίνονταν σε αποστειρωμένο γυάλινο βάζο χωρητικότητας 250ml ή 500ml όπου προστίθετο ποσότητα 50 γραμμαρίων άμμου και 250ml PBS (Phosphate Buffer Saline). Ακολουθούσε έντονη χειροκίνητη ανάδευση για τουλάχιστον δυο λεπτά. Το μείγμα άμμου και PBS αφηνόταν στην συνέχεια σε ηρεμία για δυο (2) έως πέντε (5) λεπτά ώστε να καθιζάνει η άμμος και το χαλίκι. Στη συνέχεια το υπερκείμενο διάλυμα του buffer μεταχειρίζονταν πλέον ως δείγμα νερού που διηθούνταν με την μέθοδο της διήθησης δια της μεμβράνης σε φίλτρα 0,45μm σε ποσότητα 50ml, 5ml, 0,5ml με την εκάστοτε ανάλογη μέθοδο που προαναφέρθηκε για κάθε δείκτη μόλυνσης για τα δείγματα των υδάτων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράζονταν με αποικίες (cfu) ανά 100 γραμμάρια άμμου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III

- *Η σύνθεση του θρεπτικού υποστρώματος m-Endo les*
- *Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος mFC*
- *Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος MacConkey agar*
- *Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Slanetz & Bartley*
- *Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Bile Esculine Azide Salt Agar*
- *Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Baird Parker*
- *Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Manitol Salt Agar (MSA)*
- *Η σύνθεση του θρεπτικού υποστρώματος Nutrient agar*
- *Η σύνθεση των θρεπτικών ζωμών Lactose Peptone broth, Tryptone water και του αντιδραστηρίου Kovacs'*
- *Η σύνθεση του Phosphate Buffer Saline (PBS)*

Η Σύνθεση του θρεπτικού υποστρώματος m-Endo les

Το θρεπτικό υπόστρωμα m-ENDO Agar LES είναι ένα εκλεκτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των ολικών κολοβακτηροειδών (total coliform) στο νερό. Η παρουσία στην σύνθεση του υλικού των lauryl sulfate και δεοξυχολικών (deoxycholate) παρεμποδίζει την ανάπτυξη της υπόλοιπης χλωρίδας του νερού. Παρουσία βακτηρίων που διασπούν την λακτόζη, οι αποικίες χρωματίζονται κόκκινες λόγω της απελευθέρωσης της φουξίνης (σύμπλεγμα fuchsin-sulfite → fuchsin). Οι αποικίες των *E.coli* έχουν μεταλλική όψη.

Πίνακας 66. Μια τυπική σύνθεση του εκλεκτικού υλικού m-Endo

Tryptose or polypeptone	10,0 g
Thiopeptone or thiotone	5,0 g
Casitone or trypticase	5,0 g
Yeast extract	1,5 g
Lactose	12,5 g
Sodium chloride, NaCl	5,0 g
Dipotassium hydrogen phosphate, K_2HPO_4	4,375 g
Potassium dihydrogen phosphate, KH_2PO_4	1,375 g
Sodium lauryl sulfate	0,05 g
Sodium sulfite, Na_2SO_3	2,10 g
Basic fuchsin	1,05 g
Agar	15,0 g
Reagent-grade water	1 L

Πίνακας 67. Αναμενομένη ανάπτυξη, χρώμα αποικίας και όψη διαφόρων στελεχών σε εκλεκτικό υλικό m-Endo

Στέλεχος	Ανάπτυξη	Χρώμα αποικίας	Μεταλλική όψη
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	καλή/ πολύ καλή	κόκκινο	+
<i>Enterobacter aerogenes</i> ATCC 13048	καλή/ πολύ καλή	κόκκινο	+
<i>Proteus mirabilis</i> ATCC 14273	καλή/ πολύ καλή	άχρωμο	-
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	ουδεμία		
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 19433	ουδεμία/ πτωχή		

Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος mFC

Το εκλεκτικό θρεπτικό υπόστρωμα mFC χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των *E.coli* και των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών (faecal coliforms). Η παρουσία χολικών αλάτων (Bile salts) αναστέλλει την ανάπτυξη των Gram θετικών μικροβίων. Η παρουσία των θερμοανθεκτικών κολοβακτηροειδών οδηγεί στην ζύμωση της λακτόζης με αποτέλεσμα την οξινοποίηση και την αλλαγή του pH του περιβάλλοντος του τρυβλίου. Αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση των χαρακτηριστικών μπλε ή μπλε-γκρι χρώματος αποικιών (εξαιτίας του μπλε της ανιλίνης και του ροσολικού [rosolic] οξέος). Η παρουσία βακτηρίων που δεν ζυμώνουν την λακτόζη οδηγεί στην εμφάνιση ροζ ή άχρωμων αποικιών στο υλικό.

Πίνακας 68. Η τυπική σύνθεση του εκλεκτικού υλικού mFC

Tryptose or biosate	10,0 g
Proteose peptone No3 or polypeptone	5,0 g
Yeast extract	3,0 g
Sodium chloride, NaCl	5,0 g
Lactose	12,5 g
Bile salts No.3 or bile salts mixture	1,5 g
Aniline blue	0,1 g
Agar	15,0 g
Reagent-grade water	1 L

Τελικό pH= 7.6 ± 0.2 . στους 25°C

Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος MacConkey agar

Το υλικό MacConkey είναι ένα εκλεκτικό θρεπτικό υλικό που σχεδιάστηκε για την ανάπτυξη των Gram αρνητικών βακτηρίων και για την ανίχνευση της ζύμωσης της λακτόζης από αυτά. Περιέχει χολικά άλατα που αναστέλλουν την ανάπτυξη των περισσότερων Gram θετικών βακτηρίων με εξαίρεση τους Εντερόκοκκους (*Enterococcus*) και μερικών ειδών Σταφυλόκοκκων (*Staphylococcus*), καθώς και κρυσταλλικού ιώδους (crystal violet), που αναστέλλει την ανάπτυξη κάποιων Gram θετικών βακτηρίων, ουδέτερο ερυθρό (newtral red), που χρωματίζει τα μικρόβια που ζυμώνουν την λακτόζη, λακτόζη (lactose) και πεπτόνη (peptone). Διαθέτοντας κατάλληλο δείκτη βασισμένο στην μεταβολή του pH το θρεπτικό υλικό MacConkey μπορεί να διαχωρίσει τα βακτήρια σε αυτά που ζυμώνουν την λακτόζη (Lac+) και σε αυτά που δεν την ζυμώνουν (Lac-). Χαρακτηριστικά Lac+ βακτήρια είναι τα *Escherichia coli*, *Enterobacter spp.* και *Klebsiella spp.* που εμφανίζονται με κόκκινες ή ροζ

αποικίες στο υλικό, ενώ τα Lac- βακτήρια είναι τα βακτήρια *Salmonella spp.*, *Proteus spp.* και *Shigella spp.* και των οποίων οι αποικίες χρωματίζονται λευκές/άχρωμες. Άλλα βακτήρια που διασπούν την λακτόζη είναι τα γένη *Serratia* και *Citrobacter* αλλά με πιο αργό ρυθμό. Η διαφορά της χρώσης οφείλεται στην μεταβολή του pH. Αυτό ελαττώνεται εξαιτίας της ζύμωσης της λακτόζης (οξινοποίηση) από τα Lac+ βακτήρια ενώ αυξάνει παρουσία Lac- βακτήρια εξαιτίας της διάσπασης της πεπτόνης και της παρουσίας αμμωνίας.

Πίνακας 69. Η τυπική σύνθεση του εκλεκτικού υλικού MacConkey agar

Peptone from casein	17,0 g
peptone from meat	3,0 g
sodium chloride	5,0 g
lactose	10,0 g
bile salt mixture	1,5 g
neutral red	0,03 g
crystal violet	0,001 g
Agar	13,5 g
Reagent-grade water	1 L

Πίνακας 70. Αναμενομένη ανάπτυξη και χρώμα αποικίας διαφόρων στελεχών σε MacConkey agar

Μικροοργανισμοί	Εμφάνιση αποικιών
Salmonella, Shigella κ.α.	άχρωμες, ημιδιαφανείς
<i>Escherichia coli</i>	Μεγάλες, ερυθρές
Enterobacter, Klebsiella	Μεγάλες, ροζ, βλεννώδης
Enterococci, Staphylococci κ.α.	Πολύ μικρές, αδιαφανείς

Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Slanetz & Bartley (SB)

Πρόκειται για εκλεκτικό υλικό που χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση των Εντεροκόκκων. Αυτοί διασπούν το tetrazolium chloride στη δυσδιάλυτη χρωστική φορμαζάνη (formazan) με αποτέλεσμα την εμφάνιση σκούρου ερυθρού ή καστανέρυθρου χρώματος αποικιών. Η αντίδραση αυτή δεν παρατηρείται αποκλειστικά μόνο στους Εντερόκοκκους και απαιτείται επιβεβαιωτική καλλιέργεια τους σε δεύτερο εκλεκτικό υλικό.

Πίνακας 71. Η τυπική σύνθεση του εκλεκτικού υλικού SB

Tryptose	20,0 g
Yeast Extract	5,0 g
Dipotassium Phosphate	4,0 g
Glucose	2,0 g
Sodium Azide	0,40 g
Triphenyltetrazolium Chloride	0,10 g
Agar	10,00 g
Reagent-grade water	1 L

Τελικό pH= 7.2 ± 0.1 στους 25°C

Πίνακας 72. Αναμενομένη ανάπτυξη και χρώμα αποικίας διαφόρων στελεχών σε υλικό Slanetz & Bartley

Μικροοργανισμός	Ανάπτυξη	Κόκκινες αποικίες
<i>Streptococcus pyogenes</i> ATCC12344	μέση	-
<i>Streptococcus agalactiae</i> ATCC13813	ήπια	-
<i>Streptococcus faecalis</i> ATCC11700	καλή	+
<i>Streptococcus faecalis</i> ATCC19433	καλή	+
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	ουδεμία	
<i>Escherichia coli</i> ATCC25922	ουδεμία	

Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Bile Esculine Salt Agar (ISO 7899-2: 2000)

Πρόκειται για εκλεκτικό υλικό που χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση των Εντεροκόκκων (Group D *Streptococci*). Το Bile Esculine Azide Agar είναι ένα τροποποιημένο Bile Esculine Agar όπου προστέθηκε το sodium azide. Η υδρόλυση της εσκουλίνης παρουσία χολής είναι μια ιδιότητα που χαρακτηρίζει τους Στρεπτόκοκκους της ομάδας D και τους Εντερόκοκκους. Αποτέλεσμα της υδρόλυσης της εσκουλίνης είναι η παραγωγή εσκουλετίνης (Esculetin) και δεξτρόζης (Dextrose). Η εσκουλετίνη στην συνέχεια αντιδρά με τον κιτρικό σίδηρο (Ferric citrate) με αποτέλεσμα να παρατηρούμε τη χαρακτηριστική εμφάνιση αποικιών χρώματος μαύρου ή σκούρου καφέ. Η παρουσία των χολικών αναστέλλει την ανάπτυξη των υπολοίπων Gram θετικών βακτηρίων ενώ η παρουσία του Sodium azide αναστέλλει την ανάπτυξη των Gram αρνητικών βακτηρίων. Η προσθήκη στη σύσταση του υλικού τρυπτόνης (Tryptone), πεπτόνης (Peptone) και Yeast προσφέρει τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των βακτηρίων, ενώ το χλωριούχο νάτριο δημιουργεί το κατάλληλο οσμωτικό περιβάλλον.

Πίνακας 73. Η τυπική σύνθεση του εκλεκτικού υλικού Bile Esculine Azide Agar

Tryptone	10,00 g
Bile	17,00 g
Yeast Extract	5,00 g
Sodium Chloride	5,00 g
Peptone	1,00 g
Esculin	3,00 g
Ferric Ammonium Citrate	0,15 g
Sodium Azide	0,50 g
Agar	15,00 g
Reagent-grade water	1 L

Τελικό pH= 7.1 ± 0.1 στους 25°C

Πίνακας 74. Αποτελέσματα που παρατηρούνται μετά από καλλιέργεια διαφόρων μικροοργανισμών που στο εκλεκτικό υλικό Bile Esculine Agar.

Μικροοργανισμός	Ανάπτυξη	Υδρόλυση Εσκουλίνης
<i>Streptococcus faecalis</i> ATCC 11700	καλή	+
<i>Streptococcus faecium</i> ATCC 8043	καλή	+
<i>Streptococcus pyogenes</i> ATCC 12344	μηδενική	-
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	μηδενική	-

Θερμοκρασία επώασης $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ και διάρκεια 18 - 24 ώρες

Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Baird Parker

Πρόκειται για ένα εκλεκτικό θρεπτικό υλικό για την απομόνωση των Σταφυλοκόκκων από τα τρόφιμα. Το υλικό περιέχει Sodium pyruvate που βοηθάει στην ανάκαμψη των βακτηρίων, ενώ η προσθήκη κρόκου αυγών στο θρεπτικό υλικό βοηθάει στην διάγνωση. Η παρουσία γλυκίνης, λιθίου και τελλουρίτη καταστέλλει την ανάπτυξη άλλων βακτηρίων. Παρουσία *S.aureus* εμφανίζονται γκρι-μαύρες και γυαλιστερές αποικίες με χαρακτηριστική άλω περιμετρικά των αποικιών λόγω της πρωτεολυτικής δράσης του Σταφυλόκοκκου επί του κρόκου των αυγών. Περαιτέρω επώαση οδηγεί στον σχηματισμό διάφανους ζώνης περιμετρικά των αποικιών εξαιτίας της δράσης της λιπάσης.

Πίνακας 75. Η τυπική σύνθεση του θρεπτικού υποστρώματος Baird Parker

Peptone from casein	10,0 g
meat extract	5,0 g
yeast extract	1,0 g
sodium pyruvate	10,0 g
glycine	12,0 g
lithium chloride	5,0 g
agar-agar	15,0 g
Reagent-grade water	1 L

Στη συνέχεια προστίθενται 50 ml Egg-yolk tellurite emulsion, ενώ προαιρετικά μπορεί να προστεθεί 0,05 g/l sulphamethazine με στόχο την αναστολή της ανάπτυξης και του ερπυσμού του Πρωτέα. Παρατηρούνται διάφορες αποικίες που τα χαρακτηριστικά τους συνοψίζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 76. Αποτελέσματα που παρατηρούνται μετά από καλλιέργεια διαφόρων μικροοργανισμών σε εκλεκτικό υλικό Baird Parker

Είδος αποικιών	Μικροοργανισμοί
Μαύρες ή γκρι μαύρες, γυαλιστερές, αποικίες διαμέτρου 1-5 mm παρουσία περιμετρικής διάφανης άλως με εύρος 2-5 mm	<i>Staphylococcus aureus</i>
Μαύρες, ανωμάλου σχήματος αποικίες, σπάνια με παραγωγή περιμετρικής διάφανης άλως	<i>Staphylococcus epidermis</i>
Ανώμαλου σχήματος αποικίες	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>
Πολύ μικρές, καφέ-μαύρες αποικίες, χωρίς παρουσία διάφανης άλως περιμετρικά	Micrococci
Σκούρες καφέ, μουντές, ενίοτε εμφανίζονται και με διάφανη άλω (>48 ώρες).	<i>Bacillus species</i>
Λευκές αποικίες χωρίς άλω περιμετρικά	Μύκητες
Καφέ-Μαύρες αποικίες	Πρωτέας
Καφέ-μαύρες αποικίες, χωρίς άλω περιμετρικά	<i>Escherichia coli</i>

Η σύνθεση του εκλεκτικού θρεπτικού υποστρώματος Mannitol Salt Agar (MSA)

Το εκλεκτικό υλικό MSA (Mannitol Salt Agar) χρησιμοποιείται για την απομόνωση των παθογόνων μικροβίων του γένους *Staphylococcus*. Περιέχει άλατα NaCl σε πολύ υψηλή συγκέντρωση (7,5-10,0%). Τα περισσότερα βακτήρια δεν μπορούν να επιβιώσουν σε αυτό το υπέρτονο περιβάλλον, με εξαίρεση τα βακτήρια του γένους *Staphylococcus* και *Micrococcaceae*. Η προσθήκη μαννιτόλης (είδος αλκοόλης) και ενός δείκτη, του ερυθρού της

φαινόλης (phenol red), είναι χρήσιμα για τον εκλεκτικό διαχωρισμό των βακτηρίων που αναπτύσσονται στο υλικό MSA. Η διάσπαση της μαννιτόλης από διάφορα βακτήρια (*Staphylococcus aureus*), οδηγεί στην παραγωγή οξέων που μεταβάλλουν το χρώμα του υλικού από το φυσιολογικά κόκκινο σε κίτρινο. Έτσι στο υλικό διακρίνουμε αποικίες χρώματος ερυθρού/πορφυρού σε βακτήρια που δεν διασπούν τη μαννιτόλη (*Staphylococcus epidermis*) και σε αποικίες χρώματος κίτρινου σε βακτήρια που τη διασπούν (*Staphylococcus aureus*).

Πίνακας 77. Η τυπική σύνθεση του θρεπτικού υποστρώματος Mannitol Salt Agar (BBL Mannitol Salt Agar)

Pancreatic Digest of Casein	10,0 g
Peptic Digest of Animal Tissue	5,0 g
Beef Extract	1,0 g
D-Mannitol	10,0 g
Sodium Chloride	75,0 g
Agar	15,0 g
Phenol Red	0,025 g
Reagent-grade water	1 L

Πίνακας 78. Αποτελέσματα που παρατηρούνται μετά από καλλιέργεια διαφόρων μικροοργανισμών στο εκλεκτικό υλικό Mannitol Salt Agar (MSA)

Βακτήρια	Αποτέλεσμα
<i>Staphylococcus aureus</i>	μικρές-μεγάλες κίτρινες αποικίες
Άλλοι σταφυλόκοκκοι	μικρές-μεγάλες ερυθρές αποικίες
Στρεπτόκοκκοι	ουδεμία ανάπτυξη
Μικρόκοκκοι	μεγάλες λευκές-πορτοκαλί αποικίες
Gram αρνητικά βακτήρια	ουδεμία ανάπτυξη

Η σύνθεση του θρεπτικού υποστρώματος Nutrient agar

Πρόκειται για μη εκλεκτικό υλικό που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη ενός μεγάλου εύρους μικροοργανισμών.

Πίνακας 79. Η τυπική σύνθεση του εκλεκτικού υλικού Nutrient agar

Enzymatic Digest of Gelatin	5,0 g
Beef Extract	3,0 g
Agar	15,00 g
Reagent-grade water	1 L

Τελικό pH= 6.8 ± 0.2 στους 25°C

Η σύνθεση του θρεπτικού ζωμού Lactose Peptone broth

Ο ζωμός Lactose Peptone broth είναι ένα μη εκλεκτικό καλλιεργητικό υλικό που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των κολοβακτηροειδών. Ο ζωμός περιέχει λακτόζη, η ζύμωση της οποίας από τα βακτήρια που τη ζυμώνουν οδηγεί σε παραγωγή οξέος που διαπιστώνεται με μεταβολή του χρώματος του υλικού (από ιώδες χρώμα → σε κίτρινο). Η παραγωγή αερίου διαπιστώνεται από την παρουσία αερίου σε σωλήνες Durham.

Η μεταβολή του χρώματος του ζωμού και η παρουσία αερίου στους σωλήνες Durham αποτελεί την τεκμηρίωση της παρουσίας κολοβακτηροειδών.

Πίνακας 80. Τυπική σύνθεση του Lactose Peptone broth (g/liter):

Pancreatic Digest of Casein	17,0 g
Soy Peptone	3,0 g
Lactose	10,0 g
Sodium Chloride	5,0 g
Bromcresol Purple	0,02 g
Reagent-grade water	1 L

Η σύνθεση του θρεπτικού ζωμού Tryptone water

Ο ζωμός Tryptone water περιέχει τρυπτοφάνη (tryptophane) που διασπάται από τους ινδόλη θετικούς μικροοργανισμούς σε ινδόλη. Η παρουσία ινδόλης εντός του θρεπτικού ζωμού Tryptone water ανιχνεύεται με το αντιδραστήριο Kovacs.

Πίνακας 81. Τυπική σύνθεση του Trypton water (g/liter):

Trypton	20 g
Sodium chloride, NaCl	5 g
Reagent-grade water	1 L

Η Σύνθεση του αντιδραστηρίου Kovacs'

Το αντιδραστήριο Kovacs ανιχνεύει την παρουσία ινδόλης. Παρουσία της ινδόλης παρατηρείται η εμφάνιση ενός χαρακτηριστικού κόκκινου δακτυλίου στον σωλήνα με τον θρεπτικό ζωμό.

Πίνακας 82. Η σύνθεση του αντιδραστηρίου Kovacs'

p-Dimethylaminobenzaldehyde	5 g
Amyl alcohol (analytical grade)	75 ml
Hydrochloric acid	25 ml

Η σύνθεση του Phosphate Buffer Saline (PBS)

Το PBS (Ισότονο φωσφορικό ρυθμιστικό διάλυμα) είναι ένα ρυθμιστικό διάλυμα που χρησιμοποιείται ως αραιωτικό και ως διάλυμα έκπλυσης για εξετάσεις έμμεσου ανοσοφθορισμού. Το τελικό pH του διαλύματος μετά την ανασύσταση είναι 7,2.

Πίνακας 83. Η σύνθεση του PBS (g/liter):

Χλωριούχο νάτριο	7,65 g
Μονόξινο φωσφορικό νάτριο	0,724 g
Δισόξινο φωσφορικό κάλιο	0,210 g
Reagent-grade water	1 L

pH=7,2